This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

3 2044 106 415 565

44-S.67nc v.1, 1852

W. G. FARLOW

44 S67nc v.1

Harvard University

FARLOW
REFERENCE LIBRARY
OF
CRYPTOGAMIC BOTANY

C 206
Tom. 1, 3–11
C. 206.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE CHERBOURG.

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ

DES SCIENCES NATURELLES

DE

CHERBOURG.

1er Volume.

CHERBOURG.
Imprimerie de LECAUF, rue des Corderies, 27.
1852.

Digitized by Google

44
S67nc
v.1
1852

Digitized by Google

République Française.

Ministère de l'Instruction publique et des Cultes.

Le Ministre de l'Instruction publique et des Cultes,

Vu la demande formée par la Société des Sciences naturelles de Cherbourg ;

Vu le Réglement de cette Société ;

ARRÊTE :

ARTICLE 1er.

Le Réglement de la Société établie à Cherbourg, sous le titre de *Société des Sciences naturelles de Cherbourg*, est approuvé, et cette Société est autorisée à se constituer définitivement, conformément aux dispositions du Réglement qui reste joint au présent arrêté.

ARTICLE 2.

Il ne pourra être apporté aucune modification audit Réglement sans l'approbation du Ministre de l'Instruction publique.

Fait à Paris, le 17 août 1852,

H. FORTOUL.

Pour ampliation :
Pour le chef du secrétariat,
Le chef de bureau
des procès-verbaux et archives,
PLOUIN.

Digitized by Google

STATUTS

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE CHERBOURG.

1.

La Société des Sciences naturelles de Cherbourg est instituée dans le but de concourir au progrès et à la propagation des Sciences, et s'occupe spécialement d'étudier et de faire connaître les productions et le climat des environs de Cherbourg.

A cet effet, la Société se réunit au moins une fois par mois en séance particulière, et une fois chaque année en séance publique. Elle publie les travaux inédits qui lui sont adressés et qui obtiennent son approbation; elle ouvre des concours, et distribue des prix; elle charge ses Membres de professer des cours publics sur diverses branches des Sciences; enfin, elle préside à la conservation des collections publiques d'Histoire naturelle de la ville, et forme une collection spéciale d'objets recueillis dans l'arrondissement de Cherbourg.

2.

La Société s'occupe exclusivement des Sciences physiques et naturelles, et de leur application. Elle s'interdit formellement toute discussion politique ou religieuse, soit dans ses séances, soit dans ses cours.

Digitized by Google

3.

La Société est divisée en 4 sections, comme suit :

1° Sciences médicales; —2° Zoologie et Botanique; — 3° Géologie, Minéralogie et Chimie; — 4° Physique, Météorologie et Astronomie.

Chacune de ses sections se compose de six Membres titulaires résidents au plus, et d'un nombre illimité de Membres honoraires et correspondants.

4.

Les Membres titulaires prennent l'engagement d'assister régulièrement aux séances, et de prendre une part active aux travaux de la Société. Ils doivent présenter au moins un travail chaque année, ou professer un cours. Ils remettent à la bibliothèque de la Société un exemplaire des ouvrages qu'ils publient. Tout Membre titulaire qui, sans motif valable, aura négligé pendant une année d'assister aux séances, ou n'aura point participé aux travaux de la Société, sera considéré comme démissionnaire.

5.

Les Membres honoraires jouissent de tous les droits des Membres titulaires, mais ils ne sont pas tenus d'assister aux séances, et ne font pas partie du bureau. La Société confère ce privilège par un vote, à ceux de ses anciens Membres titulaires qui ont contribué activement à ses travaux, et qui déclarent ne plus pouvoir assister habituellement aux séances.

6.

Les Membres correspondants peuvent assister aux séances particulières de la Société, mais ils n'ont point voix délibérative pour ce qui a rapport à l'administration ou à l'élection de nouveaux Membres. Ils sont invités à adresser leurs publications à la bibliothèque de la Société.

Digitized by Google

7.

Les Candidats au titre de Membre, doivent adresser ou faire adresser leur demande au Président, en indiquant de quelle section ils désirent faire partie, et présenter, à l'appui de cette demande, un ouvrage manuscrit ou imprimé. Cet ouvrage est renvoyé à l'examen de la section compétente, et est l'objet d'un rapport écrit qui reste déposé aux archives.

8.

Les Membres correspondants sont nommés par la Société, au scrutin secret, sur la présentation faite par la section, et après lecture du rapport exigé. Ils doivent réunir les trois quarts des suffrages des Membres présents à la séance. Un diplôme constatant ce titre leur est remis gratuitement.

9.

Lorsqu'il y a une place de Membre titulaire vacante dans une section, cette section dresse une liste de Candidats avec l'énumération de leurs titres à l'appui, et la Société fait son choix au scrutin secret, d'après cette liste. Pour être nommé, un candidat doit réunir au moins les suffrages des deux tiers des Membres titulaires composant la Société. Dans le cas où un Membre titulaire ne pourrait assister à la séance d'élection, il aurait le droit d'adresser au bureau son bulletin de vote cacheté. Si aucun des Candidats ne réunit le nombre de suffrages exigé, l'élection est renvoyée à la séance suivante.

10.

Le Candidat reçu Membre titulaire doit, avant d'être admis aux séances, adhérer aux Statuts de la Société en y apposant sa signature, et verser entre les mains du Trésorier une somme de dix francs, pour droit de diplôme. Les anciens Membres correspondants qui seraient nommés titulaires, sont soumis aux mêmes formalités.

Digitized by Google

11.

Le Maire de la ville de Cherbourg est Président honoraire de la Société.

12.

Le bureau se compose d'un Président, d'un Vice-Président, d'un Secrétaire et d'un Trésorier-archiviste. Les nominations de ces officiers ont lieu dans la dernière séance de chaque année.

13.

Le Président représente la Société, dirige les Séances, fait convoquer les Séances extraordinaires, nomme les Commissions, signe les procès-verbaux, les diplômes, et tous autres actes; il est de droit Président de toutes les Commissions. Le Vice-Président remplace le Président empêché.

14.

Le Président et le Vice-Président sont choisis chaque année dans une section différente. Le Vice-Président sortant devient Président pour l'année suivante, et ce nouveau Vice-Président est choisi dans la section qui suit par numéro d'ordre, de manière à ce que chaque section fournisse un Président à tour de rôle.

15.

Le Secrétaire rédige les procès-verbaux des Séances, entretient la correspondance, accuse réception des ouvrages et mémoires adressés, donne communication des nouvelles scientifiques, et fait chaque année, en séance publique, un rapport analytique sur les travaux de la Société. Ce rapport doit contenir une mention honorable des Membres décédés pendant le cours de l'année. Le Secrétaire peut être réélu indéfiniment.

16.

Le Trésorier-bibliothécaire est chargé des recettes et des

Digitized by Google

dépenses, dont il doit rendre compte dans la dernière séance de chaque année.

Il conserve les livres et manuscrits de la Société, tient l'état des Membres et délivre les diplômes contresignés par le Président et le Secrétaire; enfin il est spécialement chargé du détail matériel de l'impression des volumes. Il peut être réélu.

17.

En cas de décès ou de démission d'un des officiers du bureau, il est procédé immédiatement à son remplacement, et les fonctions du nouveau titulaire expirent à l'époque où devaient finir celles du Membre qu'il remplace. Le Président et le Vice-Président sont choisis dans la section à laquelle appartenait l'ancien titulaire.

18.

La Société publie ses Mémoires par volumes divisés en livraisons. Si les fonds existant dans la Caisse de la Société ne sont pas suffisants pour subvenir aux dépenses d'impression du volume, il y est suppléé par une cotisation répartie entre les auteurs des Mémoires imprimés, proportionnellement à l'étendue de leurs articles. Les volumes sont mis en vente. Les Membres titulaires sont tenus d'y souscrire; les correspondants y sont invités. A mesure qu'il rentre des fonds dans la Caisse, il en est fait, par les soins du trésorier, une répartition proportionnelle jusqu'à concurrence des sommes avancées par chaque Membre. L'excédant du produit de la vente appartient à la Caisse. Les planches accompagnant les Mémoires, sont toujours au compte particulier de l'auteur.

19.

Chaque section a droit à une part égale dans les fonds disponibles pour l'impression d'un volume; mais dans le cas où une section n'emploierait pas la totalité des fonds qui lui sont alloués, le surplus serait reparti entre les autres sections.

Digitized by Google

20.

Les Mémoires destinés à être imprimés ou à être lus en séance publique, sont d'abord proposés par chaque section dans une séance particulière, et la Société est appelée à voter au scrutin secret, sur leur admission. Les manuscrits sont remis immédiatement après le vote, entre les mains de l'archiviste, et ne peuvent plus être modifiés par les auteurs sans une permission spéciale et une nouvelle approbation de la Société.

21.

Les cours publics sont toujours sous la surveillance de la Société. Tout Membre chargé d'un cours est tenu de lui soumettre le programme détaillé du cours qu'il doit professer.

22.

La Société mettra des questions scientifiques au concours, et décernera des prix selon ses ressources pécuniaires. Ces concours auront autant que possible pour objet des questions de science appliquée et intéressant la localité. Le programme des conditions du concours sera publié au moins deux ans à l'avance. Les Membres titulaires ne prennent point part au concours.

23.

A la fin de chaque volume il sera fait mention des travaux publiés et des découvertes faites par les Membres titulaires.

24.

Toute proposition tendant à modifier les présents Statuts devra être faite par écrit, signée par deux Membres de chaque section, discutée dans une séance convoquée à cet effet, et réunir les suffrages des trois quarts au moins des Membres composant la Société.

Digitized by Google

DISCOURS

D'OUVERTURE

PRONONCÉ DANS LA SÉANCE PUBLIQUE DU 29 OCTOBRE 1852,

Par Th. DU MONCEL,

Président de la Société.

MESDAMES, MESSIEURS,

S'il est une étude capable d'élever l'âme et de la reporter vers le sublime auteur de toutes choses, c'est bien certainement l'étude des grandes lois qui gouvernent le monde; c'est la contemplation réfléchie de cette nature si admirable dans sa grandeur comme dans ses plus petits détails; c'est enfin l'analyse approfondie de cet accord parfait, de cette harmonie constante qui se révèlent entre tous les phénomènes de la création et qui ne peuvent être le fait que d'une pensée unique, d'une intelligence suprême. Mais pour tirer parti de tous ces éléments que la Divinité a mis entre nos mains, pour arracher à ce grand livre qu'on appelle la nature, ses secrets et ses lois, il faut savoir y lire, il faut savoir l'interroger, et c'est aux Sciences qu'est échu en partage le soin de nous l'apprendre.

Pour nous, habitants d'un monde qui n'est qu'un point dans l'univers, il est sans doute bien présomptueux et peut-

Digitized by Google

être même insensé de vouloir pénétrer, en quelque sorte, la pensée du Créateur; mais, si comme les alchimistes à la recherche de la pierre philosophale, nous nous agitons quelquefois pour dévoiler des mystères qui peuvent nous rester inconnus, nos peines et nos recherches n'en auront pas été pour cela perdues, car elles nous auront fait souvent trouver ce que nous ne cherchions pas; c'est-à-dire, des lois physiques et des appréciations d'une application directe au bien-être de l'humanité toute entière.

Les découvertes scientifiques ne sont en effet jamais perdues, jamais isolées; l'une conduit à l'autre, et ouvre souvent le champ à une foule d'investigations qui tournent au profit des connaissances générales. Différentes en cela de la plupart des autres connaissances humaines, les Sciences n'ont pas besoin d'avoir pour interprète l'homme de génie qui fait les grandes découvertes; chacun peut hériter des connaissances de ses devanciers, et apporter à la masse commune, sa part de recherches et d'études, qui, quelque petite qu'elle puisse être, contribue à son développement. Aussi les Sciences ne peuvent-elles que progresser, et dignes gardiennes de notre bien-être matériel, elles nous préserveront toujours d'une décadence générale.

Dans un siècle où l'avenir est tout aux Sciences, dans un temps où tant d'intérêts se pressent, s'agitent pour tirer parti des découvertes scientifiques, les uns pour la gloire, les autres pour la spéculation, créer une Société qui répande dans le public le goût de ces études, qui mette à la connaissance et à la portée de tous, les progrès qui se font journellement dans les Sciences et surtout dans leurs applications, qui indique les ressources matérielles du pays, et fasse ressortir les avantages qu'on peut en retirer, qui attire l'attention sur les phénomènes curieux qui peuvent se présenter, enfin qui

Digitized by Google

donne à tous la possibilité d'apprendre cette langue scientifique sans laquelle les découvertes les plus importantes demeurent stériles, nous a paru un but d'autant plus utile que Cherbourg, par son avenir et les intérêts qui se rattachent à sa position, peut, plus que beaucoup d'autres villes, recueillir un avantage direct d'un centre d'études scientifiques qui sera pour elle comme une Faculté des Sciences ayant ses cours et ses professeurs.

La Société des Sciences naturelles de Cherbourg est divisée en quatre sections, composées chacune de six Membres titulaires seulement, et d'un nombre illimité de Correspondants.

Ces sections sont : 1° Section des Sciences médicales; 2° Section des Sciences zoologiques et botaniques; 3° Section des Sciences géologiques et chimiques; 4° Section des Sciences physiques, astronomiques et mathématiques.

Qu'on ne s'effraie pas trop de ces mots et qu'on n'aille pas supposer que, toujours renfermées dans des détails abstraits et sérieux, les Sciences sous quelque nom qu'elles se présentent, ne puissent se dérider. Bien au contraire, la Science a sa poésie, sa littérature, et elle n'est maussade que quand elle est inintelligible. Aussi, quand notre Société, dans les séances extraordinaires qu'elle organisera chaque année, voudra s'adresser au public, elle s'efforcera de lui parler un langage qu'il puisse comprendre; elle cherchera, soit par des expériences, soit par des exhibitions intéressantes, à capter sa curiosité autant que son intérêt. En un mot, elle fera tout son possible pour rendre la Science aimable.

Les collections d'Histoire naturelle sont, pour une ville, non seulement une ressource pour la curiosité publique, mais encore un élément qui peut contribuer puissamment à l'intelligence et au progrès de ce genre d'études. Créer de pareilles collections, veiller à leur conservation, à leur clas-

Digitized by Google

sification, a donc dû entrer, en première ligne, dans le programme de la nouvelle Société; elle a fait plus encore, et pour encourager d'une manière plus directe les Sciences, elle s'est proposé de créer des concours et de distribuer des prix, autant que ses moyens le permettront.

Il me reste à vous expliquer l'objet des différentes Sciences qui sont représentées dans notre Société.

Qu'est-ce que le monde? Que sommes-nous au milieu de l'univers? De quoi et comment notre globe est-il formé? Qu'est-ce qui l'entoure pour donner lieu à tant de phénomènes variés que nous voyons tous les jours? Telles sont les questions qui se présentent immédiatement à notre pensée, quand, détachés un moment de la contemplation de ce qui nous entoure, nos yeux se portent vers les régions infinies du ciel. Elles résument à elles seules les trois branches les plus mystiques et les plus curieuses des Sciences naturelles: l'Astronomie, la Géologie et la Météorologie. Mais, si après avoir jeté ce premier coup d'œil, nous étudions dans leurs plus petits effets les causes qui sont en jeu dans le grand mécanisme du monde, nous voyons naître une foule de phénomènes merveilleux dont nous n'avions pas soupçonné l'existence, et que nous pouvons en quelque sorte utiliser à nos besoins et à nos caprices. Ces phénomènes?.... C'est la Physique et la Chimie qui nous les dévoilent.

Mais la terre n'est pas seulement une masse inerte soumise à des lois invariables et matérielles; le Créateur y a placé des êtres auxquels il a donné la vie. Ces êtres en nombre tellement infini que la majeure partie d'entr'eux échappent à nos sens, ont une nature différente, des propriétés particulières; la Zoologie et la Botanique nous apprennent à les connaître; elles les groupent suivant leurs espèces; elles nous indiquent leur constitution physique, les usages auxquels on peut les

Digitized by Google

asservir, enfin le parti que nous pouvons en tirer.

Les Sciences médicales n'ont pas besoin de commentaires. Notre pauvre humanité n'a, hélas! que trop souvent l'occasion d'en reconnaître l'utilité et les applications. Cependant, en dehors de ces applications qui sont individuelles, elles peuvent indiquer une hygiène appropriée non seulement à chaque localité, mais encore aux habitudes et aux mœurs des individus, suivant leurs différentes conditions. Enfin, elles peuvent faire ressortir, au point de vue de la Science, les effets de telles ou telles actions physiques, de tel ou tel genre de vie sur l'économie animale.

Nous ne pouvons, Messieurs, nous dissimuler que le but que nous nous sommes proposé, et que j'ai formulé d'une manière sans doute un peu brève, sera très-difficile à atteindre; car les uns voudront découvrir dans nos sentiments un but de vanité ou un pédantisme qui est bien loin de notre pensée; d'autres pourront trouver que nous ne sommes pas à la hauteur de la mission que nous voulons remplir. Nous avouons en toute humilité que nous comptons sur la sagesse du public auquel nous nous adressons, pour concilier toutes choses, espérant qu'il prendra en considération nos véritables intentions, et le désir que nous avons tous de lui être utiles et agréables.

Digitized by Google

MAGNÉTISME STATIQUE

ET

MAGNÉTISME DYNAMIQUE

PAR

M. TH. DU MONCEL.

Tout le monde sait ce que c'est qu'un aimant, et il n'est personne qui n'ait eu entre les mains une aiguille aimantée. Mais ce qui est moins connu, c'est qu'un circuit métallique fermé dans lequel circule un courant électrique est lui-même un aimant. Toutefois, les effets de ces deux genres d'aimant ne sont pas identiques, bien qu'ils puissent s'entrecréer réciproquement. Nous avons donc désigné sous le nom d'aimants *dynamiques* les aimants formés par le passage du courant électrique dans un conducteur métallique, et sous le nom d'aimants *statiques* les aimants ordinaires. Nous verrons bientôt la raison de ces dénominations.

Digitized by Google

Ire PARTIE. — MAGNÉTISME STATIQUE.

Tout aimant, par cela même qu'il est aimant, possède aux deux extrémités de son plus grand diamètre deux pôles ou centres d'action magnétique dont l'effet sur le fer peut être identique, mais dont les réactions sur le même pôle d'un autre aimant sont diamétralement opposées. Dans un cas, en effet, il y a une attraction très-marquée, tandis qu'il y a répulsion dans l'autre. Pour distinguer cette différente nature des pôles, on leur a donné le nom de pôle boréal et de pôle austral, et cette désignation est venue tout naturellement de la direction constante vers le nord que prend un aimant quand il est librement suspendu en équilibre sur un pivot ou à un fil sans torsion.

En considérant quels sont les pôles qui exercent les uns sur les autres une action attractive et répulsive, on ne tarde pas à reconnaître la loi suivante qui est le principe fondamental du magnétisme :

Tous les pôles de même nom se repoussent, et tous les pôles de nom contraire s'attirent.

Quand deux pôles de nom contraire de deux aimants sont en présence l'un de l'autre, leurs actions se neutralisent, et leur point de jonction prend le magnétisme du pôle le plus voisin de l'aimant constitué par l'ensemble des deux autres. D'un autre côté, si l'on brise un aimant en quelque point de sa longueur que ce soit, chaque fragment sera lui-même un aimant qui aura par conséquent ses deux pôles. Mais leur force sera moindre que celle qu'avait l'aimant primitif, si toutefois celui-ci n'était pas trop long, car nous verrons qu'il y a un maximum de longueur après lequel il y a diminution d'intensité.

Digitized by Google

Il résulte, de ces différents effets : 1° que toutes les molécules qui composent un aimant sont toutes aimantées, et que leurs pôles magnétiques ne sont sans action à l'extérieur que parce qu'ils se trouvent tous neutralisés les uns par les autres.

2° Que le magnétisme de ces différentes molécules aimantées n'est pas entièrement détruit par la neutralisation de leurs pôles, mais qu'il se trouve transmis, sans doute par *induction* (1) aux deux pôles de l'aimant.

De la force inductive des aimants à l'égard du fer doux. — La force inductive des aimants sur le fer s'exerce d'une manière particulière, et elle tendrait à prouver l'existence, dans certains corps, et en particulier dans le fer, de deux fluides magnétiques analogues, quant à leurs effets, aux deux fluides électriques. Effectivement, quand on met un morceau de fer en contact avec le pôle d'un aimant, il y reste non-seulement fortement attaché, mais il acquiert lui-même des propriétés magnétiques; et si l'on constate la nature du magnétisme développé, on ne tarde pas à reconnaître que toute la périphérie externe de ce fer possède un magnétisme de même nom que le pôle qui l'a fait naître, et qu'un magnétisme de nom contraire s'est développé sur la partie de ce fer qui correspond au point de contact. Par conséquent, sous l'influence de ce pôle de l'aimant, tout le fluide magnétique à l'état neutre dans le fer s'est trouvé décomposé. Le fluide de même nom s'est trouvé repoussé, et tout le fluide de nom contraire attiré. Cette réaction n'a pas même besoin, pour se manifester, que le contact ait lieu, elle peut se faire à distance ou par influence, mais elle perd alors considérablement de son énergie. Nous verrons bientôt quelles sont les lois de ce décroissement de force.

Lorsqu'un aimant agit par ses deux pôles à la fois sur une

(1) Nous analyserons plus tard cette action.

Digitized by Google

armature ou contact en fer qu'on lui présente, son action est infiniment plus énergique; car à la double attraction exercée par ses deux pôles se réunit une double décomposition des fluides de l'armature. En effet, si c'est le pôle nord que vous présentez d'abord à cette armature, tout le magnétisme sud de celui-ci se portera en son point de contact avec le pôle de l'aimant, et tout son magnétisme nord se portera sur tout le reste de sa surface en formant deux pôles de même nom à ses deux extrémités. Or si, à cette armature dont le fluide magnétique est en partie décomposé, vous présentez l'autre pôle de l'aimant, l'attraction de celui-ci sera beaucoup plus énergique que dans le premier cas, car les deux fluides de nom contraire se trouvent déjà en présence, et la nouvelle décomposition magnétique, qui se fait sous l'influence de ce second pôle, donne lieu à un développement beaucoup plus considérable de chacun des deux fluides de l'armature. Ces fluides, ainsi développés, réagissent à leur tour sur l'aimant et surexcitent encore sa propriété attractive, c'est pourquoi il est nécessaire de munir un aimant de son contact pour le conserver. Ce sont ces considérations qui ont conduit à donner aux aimants la forme d'un fer à cheval.

Si l'on examine maintenant comment se trouvent distribués les deux fluides magnétiques sur l'armature d'un aimant en fer à cheval, on reconnaîtra que deux pôles différents ont pris naissance aux deux bouts de l'armature, et que ces pôles sont de même nom que les pôles de l'aimant placés du même côté. Il en résulte qu'un cylindre de fer doux placé à l'intérieur d'un aimant creux doit avoir ses pôles placés du même côté que l'aimant lui-même, ce qui, au premier abord, peut paraître extraordinaire en raison des réactions magnétiques que nous avons reconnues. Mais dans ce cas, le cylindre peut être considéré comme étant placé au centre d'une infinité d'aimants en fer à cheval qui l'enveloppent de toutes parts et qui ont tous leurs pôles placés de la

Digitized by Google

même manière, c'est-à-dire, les pôles nord d'un côté et les pôles sud de l'autre.

Nous avons dit que toutes les molécules métalliques qui composent un aimant étaient elles-mêmes autant d'aimants qui pouvaient agir d'une manière distincte. Cependant, il n'est pas probable que l'action d'aimantation qui leur communique le magnétisme soit suffisante pour les pénétrer complétement; la preuve, c'est qu'on est obligé de diviser un aimant un peu épais en plusieurs lamelles distinctes pour pouvoir obtenir une aimantation suffisante, et il est probable que quelque minces qu'on les fasse généralement, les molécules intérieures de ces lamelles n'ont pu participer directement à l'aimantation; mais si elles n'y participent pas directement, elles peuvent en recevoir les effets analogues par l'induction. En effet, l'acier comme le fer peut avoir son fluide magnétique à l'état neutre décomposé, étant soumis comme armature à l'action d'un aimant. En admettant donc que la périphérie seule de l'aimant ait subi l'aimantation à *saturation*, la masse intérieure se trouvera dans le cas d'un cylindre de fer placé dans un aimant creux, et formera elle-même par induction un véritable aimant dans lequel les fluides seuls auraient pu être séparés tout d'abord, mais qui n'en sera pas moins un véritable aimant agissant concurremment avec le magnétisme développé sur la périphérie. Voici, du reste, une expérience qui, en même temps qu'elle démontre la décomposition des fluides d'une armature, fait voir que la force magnétique d'un aimant se trouve distribuée sur la circonférence des pôles, et n'est pas centrale Si vous disposez verticalement un fort aimant, et que vous suspendiez au-dessus son armature, vous verrez que de petits morceaux de fer carrés et minces que vous placerez entre deux sur leur côté plat se dresseront immédiatement sur leur champ, et que ce redressement s'effectuera toujours de dedans en dehors. Donc le magnétisme développé sous la surface de l'armature es

Digitized by Google

de nom contraire au pôle de l'aimant qui l'a développé, donc encore, la force magnétique de ce pôle est plus forte sur les bords qu'au centre, puisque le soulèvement s'effectue vers la partie de ces petits morceaux de fer la plus voisine du centre.

Bien que par l'effet inductif d'un aimant, les fluides magnétiques de l'armature se trouvent décomposés, le fluide repoussé ainsi réparti sur une grande surface (1) est loin d'avoir l'énergie de l'aimant qui agit sur lui. Cependant quand les corps sont légers comme de la limaille de fer, des clous, etc., il opère à son tour une décomposition des fluides magnétiques de ces corps et les tient liés les uns aux autres, comme les anneaux d'une chaîne. Pour la rompre, il suffit de détacher l'armature de l'aimant ou d'approcher du pôle de cet aimant le pôle contraire d'un autre aimant; ce qui prouve que l'effet magnétique dans l'induction des aimants est bien statique.

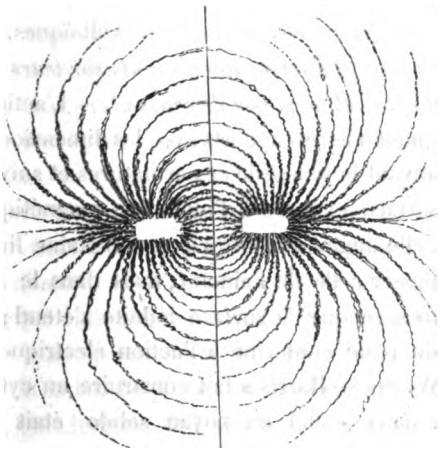
Des pôles multiples. — Si vous posez sur l'un des pôles d'un très-fort aimant un barreau d'acier en guise d'armature, la séparation des fluides s'effectuera, comme nous l'avons déjà dit, c'est-à-dire que tout le magnétisme de même nom sera repoussé sur toute la périphérie du barreau, et le magnétisme de nom contraire sera attiré au point de contact. Mais, comme dans ce cas, les fluides ainsi déplacés ne peuvent pas se recomposer comme dans le fer, il arrive que l'effet magnétique change aussitôt qu'on enlève le barreau de dessus l'aimant. Le fluide attiré au point de contact manifeste sa présence à l'endroit même où il a été attiré; de telle sorte que deux pôles de même nom existent aux deux extrémités du barreau, et un pôle de nom contraire au milieu, si c'est le milieu du barreau qui a été appliqué sur l'aimant. Ces pôles accidentels sont ce qu'on appelle des *points conséquents*, et ils peuvent provenir de plusieurs causes différentes. Nous ver-

(1) Nous verrons bientôt que l'action inductive des aimants diminue avec l'accroissement des surfaces de l'armature.

Digitized by Google

rons bientôt qu'ils indiquent un changement de sens dans la direction du courant magnétique et qu'on peut les obtenir avec des aimants dynamiques en changeant le sens de l'enroulement de l'hélice métallique aux points où on veut les faire naître.

Quelle que soit du reste la nature de ces pôles, leur effet magnétique est toujours rayonnant, c'est-à-dire que les attractions s'exercent dans toutes les directions autour de ces points. Cependant cet effet n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire, il est diverses influences qui donnent naissance à certaines lignes magnétiques dont la direction est déterminée, et qui ont des propriétés opposées dans cette direction ou dans les environs, et les forces dans un — quelconque de leurs points, sont déterminées pour un aimant donné. Ces sortes de lignes auxquelles M. Faraday a donné le nom de *lignes de force magnétique* sont indiquées par la limaille de fer qu'on répand près d'un aimant. En voici un exemple :



Mais une chose assez curieuse, et qui est prouvée par une expérience d'induction faite par Faraday, dans les détails de laquelle

Digitized by Google

nous ne pouvons pas entrer aujourd'hui, c'est qu'il existe à l'intérieur de l'aimant lui-même des lignes de force magnétique aussi bien définies, aussi exactement égales en intensité que les lignes extérieures, et que celles-ci ne sont que la continuation des premières. Il en résulte que toute ligne de force magnétique d'un aimant, à quelque distance qu'elle puisse s'étendre, à partir des pôles (et en principe cette distance est infinie), est une courbe fermée qui, dans quelques-unes de ses parties, passe à travers l'aimant.

En outre de ce caractère particulier, les lignes de force magnétique possèdent une propriété non moins importante et aussi extraordinaire, c'est la *polarité magnétique*, c'est-à-dire, la faculté d'agir magnétiquement d'une manière diamétralement différente sur leurs côtés opposés ou aux extrémités opposées, si l'on n'en considère qu'une portion limitée. Ainsi chaque ligne de force aura un pôle nord et un pôle sud, à sa droite et à sa gauche, à un bout ou à l'autre, et nous verrons bientôt en cela une analogie frappante avec les courants voltaïques.

Effets de la force inductive des aimants sur leurs armatures, suivant la surface et la masse de celles-ci. — L'action inductive des aimants quant à leurs rapports avec les dimensions des armatures varie suivant la masse de ces armatures et suivant la grandeur de la surface exposée à l'induction magnétique. Dans le premier cas, elle augmente jusqu'à une certaine limite, qui ne peut pas dépasser celle de l'aimant; mais dans le second, elle diminue à mesure que la surface induite s'étend; ce dernier résultat est du reste conforme à l'action électrique. Pour s'en assurer, sir W. Snow-Harris a fait construire un cylindre creux de fer doux dans lequel un noyau solide était emboîté de manière à pouvoir être enlevé à volonté. Ce corps composé ayant été exposé à l'action inductive d'un aimant puissant, la force induite a été évaluée par la force réciproque d'attraction

Digitized by Google

exercée entre cette masse et un cylindre de fer doux suspendu à la balance magnétique, c'est-à-dire au bras d'un balancier disposé comme le fléau d'une balance ordinaire. Le degré de force ayant été observé, le noyau solide a été tiré de manière à étendre la surface de la masse exposée à l'induction, l'intensité a décliné aussitôt, résultat d'un caractère exactement semblable à celui qui se produit lors de l'extension d'une surface électrisée. Lorsque le noyau solide a été enlevé, alors la force induite est restée immuable et précisément la même que lorsque le corps était plein. On a trouvé, d'accord avec ce résultat, que des aimants cylindriques creux étaient aussi susceptibles de force magnétique que des masses solides de mêmes nature et dimensions.

Il semblerait, au premier abord, résulter de ce principe, que plus la surface d'une armature serait petite, plus elle subirait avantageusement l'effet inductif de l'aimant, et par conséquent l'on serait conduit à faire les armatures de la plus petite dimension possible. Cependant, pour peu qu'on réfléchisse à la question, on ne tarde pas à se convaincre que l'on peut donner à une armature une surface très-développée, et pourtant avoir une force induite très-considérable; il suffit, pour cela, de faire l'armature assez mince, et de la placer de *champ* sur l'aimant. On conçoit, en effet, que d'après ce que nous avons dit de la décomposition des fluides magnétiques d'une armature sous l'influence d'un aimant, le fluide attiré, celui par conséquent qui joue le principal rôle quant à l'effet attractif, se trouve alors distribué sur une petite surface représentée par la simple épaisseur de la lame. Le fluide repoussé, au contraire, se trouvant occuper tout le reste de l'armature n'a plus aucune puissance; mais cela importe peu, puisqu'il n'est pas utilisé. Cette expérience que tout le monde peut faire, et qui a été reconnue depuis longtemps, nous prouve en même temps que tout l'effet

Digitized by Google

magnétique d'un aimant peut se concentrer en quelque sorte en un seul point, et perd à être distribué sur plusieurs armatures. Voici, à cet égard, une expérience qui ne peut laisser aucun doute : prenez quatre ou cinq petits cylindres de fer doux et suspendez-en deux au-dessous d'un des pôles d'un aimant; s'ils ne sont pas trop gros, ils resteront suspendus, mais si vous en ajoutez un troisième ou un quatrième, ils tomberont tous, à l'exception d'un; pesez alors ces trois ou quatre cylindres, et vous verrez qu'ils ne font pas ensemble le poids qu'aurait porté un seul d'entre eux.

Si la surface d'une armature, exposée à l'induction, doit être la plus petite possible, il n'en est pas de même de la masse; on comprend, en effet, que pour une tension magnétique donnée, cette armature ne peut fournir qu'une certaine dose de fluides magnétiques décomposés. Si donc l'intensité magnétique de l'aimant correspond à une plus grande dose de ce fluide qu'il n'en est fourni, elle réagit moins énergiquement qu'avec une armature plus grande. D'après ce simple raisonnement, on arriverait à conclure que l'armature d'un aimant devrait représenter, en surface et en masse, celles de l'aimant. Mais comme l'aspiration magnétique est assez limitée, on peut en réduire considérablement les dimensions.

Pour s'assurer de la vérité de ce principe par l'expérience, il suffit de prendre trois cylindres de fer doux d'inégale longueur, l'un de cinq centimètres, je suppose, un autre de quinze, et enfin un autre de trente; placez-les alternativement bout à bout avec l'un des pôles d'un aimant, et examinez le poids maximum supporté par chacun d'eux, vous verrez que ce sera le plus petit qui supportera le poids le plus faible, et que le plus grand aura un peu moins de force que l'intermédiaire, si toutefois l'aimant n'est pas trop fort. Cela résulte de ce que dans un cas, la masse du fer n'était pas suffisamment grande pour être en rapport avec le

Digitized by Google

magnétisme développé dans l'aimant, et que dans l'autre, elle dépassait la limite. Alors, l'excédant improductif de la masse du fer pour la force magnétique s'ajoutait naturellement au poids suspendu.

Effets de la force inductive des aimants sur leurs armatures suivant la distance qui les sépare. — On a dit, et c'est même un fait généralement admis que la force attractive des aimants provenant de leur induction sur leurs armatures diminue comme le carré de la distance qui les sépare; c'est une erreur, car cette force diminue dans un rapport infiniment rapide, à partir du point de contact; mais ce rapport devient de moins en moins rapide, à mesure que la distance augmente. Voici une expérience qui, toute grossière qu'elle est, peut donner une idée de cette décroissance de force. Un des électro-aimants, faisant partie de l'un de mes moteurs se trouve placé verticalement au-dessous de son armature qui est suspendue à l'une des extrémités d'un balancier. Quand l'armature est en contact avec l'aimant, elle supporte, avec un seul élément de pile, un poids de 160 kilogrammes, placés à l'extrémité opposée du balancier (les deux bras du balancier sont égaux). En mettant entre l'armature et l'aimant une cale de 2 millim. 1/2, le poids supporté n'était plus que de 20 kilog., à 5 millim., il n'était que de 10 kil. Or, si le rapport décroissant de la force eût été exactement comme le carré des distances, le poids porté, dans le dernier cas, n'aurait donc dû être que de 4 kilog. et quelque chose, ou dans le premier 80 kilog.

D'après les recherches de sir Snow Harris, cette loi du décroissement de la force attractive dépendrait des distances auxquelles les forces opèrent quand on les rapporte à la distance totale ou à leur limite d'action. Prise entre les 2/5 et les 5/6 de la limite d'action, la force peut être en raison inverse de la troisième puissance du cube des distances; prise entre les 2/5 et les 3/5 de cette limite d'action, elle peut être dans le rapport sesquidouble

Digitized by Google

ou la puissance 5/2 des distances; entre 1/3 et 3/5 inversement comme les carrés des distances. A partir de 1/5 à 1/2 de la limite d'action, elle peut être en raison inverse de la puissance 3/2, et dans celle moindre que 1/5, elle sera généralement en raison inverse de la simple distance. Le même auteur attribue ces irrégularités d'action magnétique aux réactions d'induction qui s'échangent entre l'aimant et son armature, et qui varient dans leurs conditions suivant la distance. Il est clair en effet que si, comme l'ont pensé la plupart des savants, la force magnétique comme la force de gravité décroît en raison du carré de la distance, l'action inductive échangée par l'armature sur l'aimant et qui surexcite ses propriétés magnétiques décroît dans le même rapport; or, cet affaiblissement d'action s'ajoute naturellement à celui qui tient à l'effet direct de l'aimant sur son armature, et rend la décroissance beaucoup plus rapide dans un cas que dans l'autre.

Effets magnétiques des aimants fermés ou munis de leur armature. — Nous entendrons par aimants fermés ceux qui, sous la forme d'anneaux ou de fer à cheval, présentent après l'apposition de leur armature une continuité plus ou moins complète. Par conséquent, tout aimant quelconque, muni de son armature, devra se comporter de la même manière qu'un aimant fermé. C'est en effet ce que l'expérience démontre, et l'on voit que dans ce cas comme dans l'autre, le magnétisme de l'aimant se trouve sinon totalement neutralisé, du moins excessivement affaibli, et que l'action qu'il pourrait exercer sur un autre morceau de fer ne se ferait qu'au préjudice de la force d'adhésion de l'armature.

En reprenant les expériences de sir Snow Harris, nous voyons en effet qu'un aimant cylindrique creux devient à peu près inerte aussitôt qu'on a introduit à son intérieur un cylindre de fer doux qui lui sert bien dans ce cas d'armature. D'un autre côté, on

Digitized by Google

peut constater que, dans la machine magnéto-électrique de MM. Breton frères (1) le courant d'induction résultant ne prend naissance que quand l'armature de fer doux passe devant les pôles de l'aimant, donc, puisqu'il y a eu production d'un courant d'induction, il y a eu nécessairement interruption de l'action magnétique; donc encore une fois, le magnétisme de l'aimant a été neutralisé dès lors que l'armature s'est trouvée apposée devant ses deux pôles.

Ce que nous venons de dire des aimants creux munis d'un noyau de fer doux et des aimants en fer à cheval fermés par leur armature peut s'appliquer aux anneaux aimantés. De pareils aimants, n'ayant pas de pôles, n'exercent au dehors aucune action, et pourtant, dans l'acte d'aimantation, ils montrent les mêmes phénomènes d'induction qu'un fer à cheval avec ancre apposée, quand les circonstances sont les mêmes. Nous verrons bientôt que ce caractère des aimants peut encore les différencier des aimants dynamiques.

Du magnétisme rémanant et de la force coërcitive. — Si le fer que l'on emploie pour armatures des aimants était parfaitement pur, il abandonnerait aussitôt après sa séparation de l'aimant ses propriétés magnétiques, mais comme il contient toujours une petite quantité de carbone qui le fait participer un peu de l'acier, il en garde quelque temps après des traces plus ou moins marquées; ces traces magnétiques constituent ce que l'on a appelé le *magnétisme rémanent*, et la force opposante à ce dégagement complet du magnétisme a reçu le nom de *force coërcitive*.

D'après M. Poggendorf, il paraîtrait que si la force portante due au magnétisme rémanant est plus forte dans l'acier trempé

(1) Dans cette machine, c'est une armature simple de fer doux au lieu d'un électro-aimant qui tourne devant les pôles de l'aimant, et le fil qui reçoit l'induction est enroulé sur les deux branches de l'aimant persistant.

Digitized by Google

que dans le fer doux, ce rapport est renversé aussitôt qu'on en déduit, ce qui, du reste, paraît nécessaire, la force portante permanente. Déduction faite de cette force, l'effet du magnétisme rémanent est pour le fer doux, malgré sa force coërcitive moindre plus grande que pour l'acier trempé.

Que le fluide magnétique soit un fluide spécial, ou le fluide électrique combiné à la matière dans des conditions particulières, il n'en est pas moins vrai que pouvant se développer dans un corps concurremment avec le fluide électrique à l'état statique comme à l'état dynamique, il doit exister dans tous les corps de la nature; seulement, parmi ces corps, il n'en est que quelques-uns dont la force coërcitive est suffisamment grande pour le tenir décomposé au moins sous l'influence d'un aimant. Toutefois, l'expérience a prouvé que des aiguilles composées de matière quelconque, telle que de verre ou de bois, étaient impressionnables au magnétisme. Mais il faut le dire, cette influence est si faible, que si elle n'avait été constatée par d'aussi habiles expérimentateurs que Coulomb, Le Baillif et Béquerel, on pourrait en douter.

Les corps réellement magnétiques sont le fer, le nickel, le cobalt, le chrôme et le manganèse, encore cette propriété se trouve-t-elle complétement dissimulée dans la plupart des composés chimiques dont font partie ces quatre derniers corps. Du reste, si plusieurs des composés ferrugineux présentent des traces de magnétisme, il en est qui, comme le peroxyde et le persulfure de fer, ne sont plus magnétiques à la manière du fer, de l'acier ou de l'aimant naturel.

Des différentes sources d'aimantation. — Le pouvoir magnétique peut être développé par des causes très-diverses. Nous citerons l'action du globe, le contact avec un aimant, la torsion, la percussion, le choc, et plusieurs actions chimiques et physiques, entre autres l'action de l'électricité, et peut-être un peu celle de la

Digitized by Google

lumière, quoique celle-ci ne soit pas bien prouvée. Le fer, qui a séjourné dans le sein de la terre et qui s'oxyde, un barreau d'acier, qui a été pendant longtemps dans la direction du méridien, finissent par s'aimanter : je ne parle pas, bien entendu, de l'aimantation par les aimants que tout le monde connaît. Quoi qu'il en soit, si toutes les causes précédentes contribuent à fixer l'action magnétique développée par l'influence du globe ou des aimants, ou même à la créer, comme dans le cas de l'électricité et de la lumière, il n'en est pas moins vrai que l'influence de la chaleur, en faisant disparaître la force coërcitive de ces corps, permet la recomposition des fluides, et par conséquent détruit l'aimantation des corps magnétiques quels qu'ils soient. Kupffer a fait à cet égard des expériences fort curieuses que nous ne pouvons rapporter ici, mais qu'on peut trouver dans l'ouvrage de M. Pouillet (*Traité de Physique*, page 505, 1er volume).

Pour terminer ce que j'ai à dire sur le magnétisme statique, je vais rapporter en quelques mots seulement diverses expériences que j'avais entreprises pour chercher les analogies existantes entre le fluide magnétique et le fluide électrique.

Je m'étais d'abord dit : Si le fluide magnétique n'est autre que le fluide électrique dans certaines conditions particulières à l'état moléculaire des corps, en présentant à la machine électrique un aimant muni de son armature, dans laquelle les fluides sont à l'état de séparation, il pourra se manifester dans l'état magnétique de celle-ci un changement qui pourrait être accusé par l'aiguille aimantée. Mais l'expérience m'a démontré qu'aucun changement n'est produit, et que les fluides électriques de cette armature se trouvaient tout aussi bien séparés que si le fluide magnétique n'avait pas manifesté sa présence; l'étincelle a donc été échangée entre la machine et l'armature entre celle-ci et l'aiguille d'épreuve sans aucune trace de déviation, et cela, du côté du pôle sud comme du pôle nord. Un morceau de fer n'ayant

Digitized by Google

pas de magnétisme développé n'a également rien produit après avoir été exposé à la machine.

L'aiguille aimantée seule a fourni quelques indications. En la plaçant au-dessus, puis au-dessous de la boule destinée à la charge des bouteilles de Leyde une déviation dans le sens de la déclinaison s'est manifestée; au-dessous, sa direction était vers l'est, au-dessus vers l'ouest. Il est entendu que la boule était placée en dehors des conducteurs de la machine et à l'abri de toute influence extérieure.

IIe PARTIE. — MAGNÉTISME DYNAMIQUE.

§ I. RÉACTIONS MAGNÉTIQUES DES COURANTS.

Le principe fondamental du magnétisme dynamique peut se résumer ainsi qu'il suit :

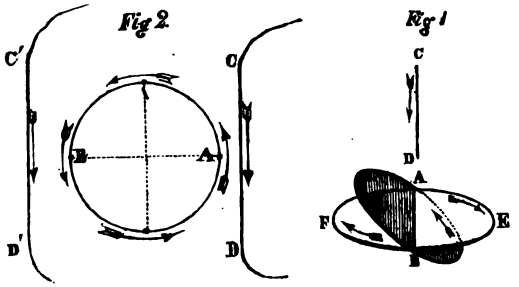
Tout courant électrique agit magnétiquement soit sur le fer soit sur les aimants, et cette attraction varie quant à sa nature magnétique, suivant le sens du courant.

Il suffit, pour se convaincre de ce principe, d'approcher d'un circuit voltaïque une aiguille posée en équilibre sur un pivot, et l'on observe que l'action exercée sur ses deux pôles est diamétralement opposée, suivant que le courant marche dans un sens ou dans l'autre.

Il résulte de ce principe :

Digitized by Google

1° Qu'un circuit voltaïque fermé doit agir d'une manière différente d'un côté et de l'autre de son plan et se comporter conséquemment comme un véritable aimant dont les pôles seraient annulaires et distribués sur la périphérie du conducteur à droite et à gauche du plan du circuit : car le sens du courant dans le circuit est différent, suivant qu'il se présente d'un côté ou de l'autre de son plan. C'est en effet ce que l'expérience et l'inspection de la figure 1 démontrent



2° Que la périphérie externe ou interne d'un circuit fermé doit agir différemment aux extrémités opposées des différents diamètres. Mais il faut pour cela que le circuit soit placé à l'égard du corps magnétique ou du courant qui subit son influence, de telle manière que leurs actions magnétiques réciproques s'exercent dans le même plan ; et on le conçoit aisément, si l'on réfléchit qu'à l'égard d'un objet dont la position reste la même, le courant marche dans un sens différent aux deux extrémités opposées de chaque diamètre du circuit. Ainsi, au point A du circuit fermé AB, fig. 2, le sens du courant indiqué par les flèches est contraire à celui du courant CD, tandis que, reporté en C′ D′, ce courant CD se trouve marcher dans le même sens que le courant du circuit fermé AB.

Il n'en serait plus de même si le courant CD, au lieu d'être horizontal, était vertical, car en supposant que le courant marche

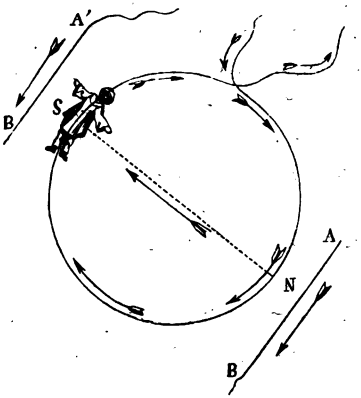
Digitized by Google

de bas en haut, le sens du courant dans le circuit fermé serait de gauche à droite aussi bien au point A qu'au point B, il n'y aurait donc pas alors de différence d'action magnétique, et le cas serait le même si le courant CD, restant horizontal, le circuit fermé devenait vertical.

Voici maintenant deux autres principes qui vont fixer la nature de ces actions magnétiques suivant le sens du courant :

1° La nature des réactions magnétiques d'un courant d'un côté et de l'autre de son plan est toujours telle qu'un pôle boréal semble exister à la droite du courant, et un pôle austral à la gauche en supposant le spectateur couché dans le circuit de manière à avoir la tête dirigée vers le pôle négatif de la pile et la face tournée vers le centre du circuit.

2° La nature des réactions magnétiques de la périphérie externe ou interne d'un circuit fermé est toujours telle, qu'un pôle boréal se manifeste à l'extrémité du diamètre qui coupe par la moitié le corps du spectateur placé dans le courant, quand la tête de celui-ci est à la droite de ce diamètre, tandis que c'est, au contraire, un pôle austral quand la tête du spectateur est à



la gauche. Il va sans dire que la droite et la gauche du diamètre doivent s'entendre ici de la gauche et de la droite du courant qui

Digitized by Google

quitterait le circuit pour passer par ce diamètre ; mais alors la face du spectateur du circuit serait censée tournée contre le plan de ce circuit.

Ces principes et les conséquences que nous en avons déduites expliquent à eux seuls toutes les lois des réactions magnétiques des courants. En effet, il résulte de ces principes :

1° Que deux courants parallèles marchant dans le même sens doivent s'attirer, puisque les pôles de ces deux courants qui sont en présence sont de nom contraire.

2° Que deux courants parallèles marchant dans un sens opposé doivent se repousser, puisque des pôles de même nom se trouvent en présence.

3° Que deux courants croisés qui s'éloignent ou se dirigent en même temps vers leur point de croisement s'attirent ou plutôt tendent à se placer parallèlement dans le même sens.

4° Que deux courants croisés qui s'éloignent ou s'approchent de leur point de croisement dans un sens différent se repoussent pour tendre au parallélisme du côté opposé.

5° Qu'une hélice métallique étant composée d'autant d'aimants qu'il y a de spires, forme un seul et même aimant ayant ses deux pôles et sa ligne neutre ou plutôt sa région neutre, car les pôles opposés de toutes les spires comprises entre les spires extrêmes étant en présence se neutralisent.

Puisqu'une hélice métallique dans laquelle circule un courant électrique peut être considérée comme un aimant, réciproquement un aimant peut être considéré comme une hélice traversée par un courant, et, pour s'en rendre compte, il suffit d'examiner que toutes les molécules qui composent un aimant, se trouvant toutes aimantées isolément, comme nous l'avons déjà prouvé, on peut considérer cet aimant comme étant divisé en autant de tranches parallèles perpendiculaires à son axe qu'il y a de molécules dans sa longueur ; or, comme chaque tranche a son pôle nord et

Digitized by Google

son pôle sud, et que ces pôles ne sont sans effet que parce qu'ils se trouvent neutralisés les uns par les autres, on conçoit que ces tranches peuvent parfaitement représenter les spires d'une hélice.

En partant de cette hypothèse, nous allons pouvoir connaître le sens dans lequel se meut le courant magnétique dans tous les aimants. Rappelons-nous, en effet, qu'il résulte des principes que nous avons posés, que dès lors qu'un pôle boréal, par exemple, est formé, le spectateur couché dans le courant la face tournée vers le centre de l'aimant, doit être placé de telle manière que ce pôle boréal soit à sa droite. Or, pour peu qu'on examine cette position du spectateur à l'égard de la circonférence de la section transversale de l'aimant, on pourra s'assurer que le courant magnétique marche dans le sens de l'est à l'ouest par le nord, en supposant qu'on considère la section transversale de cet aimant en regardant du côté de son pôle austral.

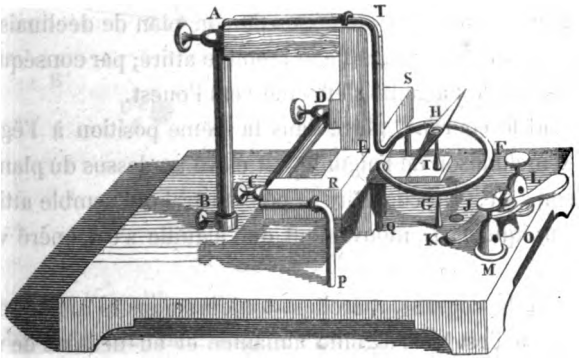
Réactions des courants rectilignes sur l'aiguille aimantée. — La plus importante de toutes les réactions magnétiques des courants, celle qui est la base fondamentale des galvanomètres, et qui fut découverte par Oïrsted, en 1820, est la tendance de l'aiguille aimantée à se mettre en croix sur le courant, tendance qui est d'autant plus grande que le courant est plus fort, et que l'action magnétique de la terre sur l'aiguille est plus faible. Cette propriété des courants n'est qu'une conséquence des réactions magnétiques que nous venons d'étudier, savoir : l'effet attractif et répulsif des courants croisés les uns sur les autres.

Effectivement, d'après ce que nous avons dit, une aiguille aimantée peut être assimilée à une hélice métallique dans laquelle circulerait un courant électrique dans un sens déterminé. Si donc un courant électrique, celui du circuit, est placé à portée de l'aiguille, parallèlement à sa direction, il arrive que deux courants croisés, dont l'un est mobile (l'ai-

Digitized by Google

guille) se trouvent en présence, ils réagissent par conséquent l'un sur l'autre, en s'attirant et en se repoussant, suivant qu'ils marchent dans un sens ou dans l'autre. L'aiguille se trouve donc sollicitée à pivoter sur elle-même jusqu'à ce que les deux courants soient devenus parallèles, c'est-à-dire, jusqu'à ce qu'elle se soit mise en croix sur le courant, seule position que puisse comporter l'équilibre des différentes réactions magnétiques exercées. Dans cette réaction, plusieurs particularités sont à signaler suivant que le courant est horizontal ou vertical, et qu'il est placé en dessus, en dessous, d'un côté et de l'autre de l'aiguille. Il arrive en effet que, selon ces différentes positions, le courant magnétique de l'aiguille et le courant électrique marchent d'accord ou désaccord l'un avec l'autre, et qu'ils donnent à l'aiguille dans son croisement sur le courant une direction polaire différente.

Pour étudier ces diverses réactions, et quelques autres qui en dépendent, voici un petit appareil que j'ai fait construire, et qui offre des éléments de courants dans le sens horizontal et le sens vertical, à l'abri de toute influence étrangère, car les traverses



de bois AT, TQ, RS, RC et DS empêchent les réactions des autres parties du courant.

Digitized by Google

Dans ce petit appareil, les deux pôles de la pile aboutissent aux presses L et M qui sont en communication métallique avec le circuit horizontal R C D S, et le circuit vertical Q G F H E T A B qui forme en E F G H un circuit fermé horizontal indépendant. La bascule O, en appuyant sur les deux plaques métalliques J et K, établit à volonté le courant dans l'un ou l'autre des deux circuits. Deux pivots I et G placés au centre du circuit fermé portent alternativement l'aiguille aimantée destinée à démontrer la polarité du circuit au-dessus et au-dessous de son plan ; enfin les deux éléments de courant C D, A B sont adaptés à de petites presses métalliques qui permettent de leur substituer deux éléments de même longueur constitués par des hélices.

Cas où le courant est horizontal et parallèle à l'axe de l'aiguille. — L'appareil étant disposé de manière à ce que la ligne C D soit orientée du nord au sud, on conçoit qu'en portant l'aiguille aimantée au-dessus, au-dessous, d'un côté ou de l'autre de cette ligne (1), on peut facilement constater toutes les réactions des courants horizontaux parallèles à l'axe de l'aiguille. Or, voici ce que l'on trouve :

1° Lorsque le courant marchant du nord au sud est à l'ouest de l'aiguille aimantée et au-dessus de son plan de déclinaison, c'est le pôle boréal de l'aiguille qui semble attiré; par conséquent le mouvement de l'aiguille s'effectue vers l'ouest.

2° Quand le courant, placé dans la même position à l'égard du plan d'inclinaison de l'aiguille, est élevé au-dessus du plan de déclinaison, c'est au contraire le pôle austral qui semble attiré, et par conséquent, le mouvement de l'aiguille s'est opéré vers l'est.

3° Quand le courant, marchant toujours dans le même sens, est reporté à l'est de l'aiguille aimantée et au-dessous de son

(1) Je me sers pour cela d'un pivot à deux branches.

Digitized by Google

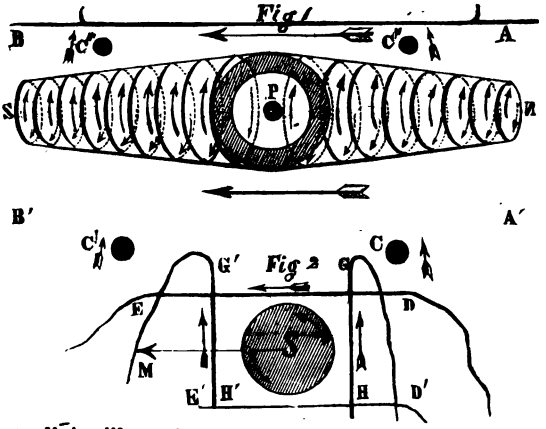
plan de déclinaison, c'est le pôle austral de l'aiguille qui semble attiré, par conséquent le mouvement de l'aiguille est concordant avec celui opéré dans la première position.

4° Enfin, quand le courant se trouve élevé de ce même côté, au-dessus du plan de déclinaison de l'aiguille, c'est le pôle boréal qui semble attiré, et le mouvement de l'aiguille s'effectue de nouveau vers l'est.

5° En intervertissant les pôles de la pile, il y a également interversion de toutes ces influences.

Nous remarquerons toutefois qu'à l'égard de la direction polaire de l'aiguille, il n'y a que deux positions différentes qui ne dépendent pas de la situation du courant à l'ouest ou à l'est de l'aiguille, *mais bien de sa position en dessus ou en dessous du plan de déclinaison de l'aiguille.*

Pour se rendre compte de ces différentes réactions, supposons que la fig. N P S



représente l'aiguille suffisamment amplifiée pour qu'on puisse distinguer l'hélice magnétique. Soient P le pivot, S le pôle sud, N le pôle nord. Le courant étant en A B, et dirigé dans le sens de la flèche, il semblera repousser le pôle austral et attirer le pôle

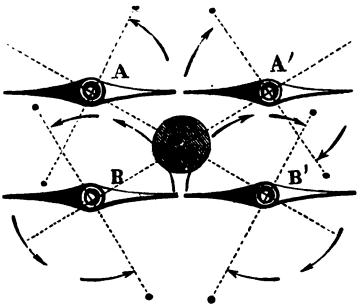
Digitized by Google

boréal, s'il est au-dessus du plan de déclinaison de l'aiguille, car les spires du courant magnétique tendant à se placer parallèlement à A B de manière à ce que les deux courants marchent dans le même sens, le mouvement de l'aiguille doit s'accomplir de l'ouest à l'est.

Au-dessous du plan de déclinaison, l'inverse a lieu, car le courant magnétique de l'aiguille est dirigé par rapport au courant A B, dans un sens opposé.

En A′ B′, les mêmes mouvements s'opèrent suivant que le courant est au-dessus et au-dessous du plan de déclinaison de l'aiguille, car c'est toujours le même effet qui s'accomplit dans les réactions réciproques des deux courants.

Cas où le courant est vertical et perpendiculaire à l'axe de l'aiguille. — Quand le courant, au lieu d'être horizontal, est vertical, les choses se passent différemment. L'influence au-dessus et au-dessous du plan de déclinaison n'existe plus il est vrai, mais la réaction latérale à gauche et à droite du plan de la ligne neutre de l'aiguille ou du plan perpendiculaire au plan d'inclinaison, est celle qui détermine la direction polaire de l'aiguille. Toutefois, il se manifeste une autre action qui renverse ces effets



dans certaines positions de l'aiguille, et qui complique un peu la question.

Digitized by Google

Soit C la section de l'élément de courant A B de notre appareil et A, A′, B, B′ les quatre positions de l'aiguille qui résument les effets du courant sur les deux branches de l'aiguille d'un côté et de l'autre du plan d'inclinaison. Le courant étant ascendant, il semblera y avoir répulsion en A et en A′, et attraction en B et en B′, si l'aiguille n'est pas très-rapprochée du courant, et s'il ne coupe pas ses branches trop près du pivot. Par conséquent, dans ce cas, la direction polaire de l'aiguille vers l'ouest ou vers l'est ne dépend que de sa position en A et en A′, c'est-à-dire d'un côté et de l'autre du plan perpendiculaire au plan d'inclinaison.

Mais si au lieu d'être un peu éloigné du courant l'aiguille en est très-rapprochée, de manière à ce que le courant coupe par moitié chacune des branches sur lesquelles on expérimente toutes les influences sont changées. En A et A′, il y a attraction, en B et B′, répulsion, et comme les influences se combinent, il arrive que si on promène autour du courant le pivot de l'aiguille celle-ci semble tourner avec lui et décrire une demi-circonférence dans un sens et une demi-circonférence dans l'autre; remarquons néanmoins que cette réaction, tout à fait partielle, dont nous expliquerons l'origine, est très-faible, comparativement à l'action opposée à laquelle prend part l'aiguille aimantée tout entière, et qui peut être représentée par une *résultante* coupant l'aiguille suivant sa ligne neutre.

Pour nous rendre compte de cette dernière action, nous nous reporterons à la figure amplifiée de l'aiguille aimantée dans laquelle sont figurées les spires magnétiques, et nous nous rappellerons que les courants croisés tendent toujours à se placer parallèlement entre eux en marchant dans la même direction. Or, qu'arrive-t-il, quand l'aiguille est placée en A, par exemple? Le courant héliçoïdal magnétique marche bien dans le même sens que le courant, mais celui-ci n'étant pas dans le plan des

Digitized by Google

spires magnétiques, celles-ci ou leur résultante, en raison de la tendance des courants croisés à se mettre parallèles, feront pivoter l'aiguille jusqu'à ce qu'elle ait pris une position symétrique par rapport au courant, ou en d'autres termes, jusqu'à ce que l'axe de l'aiguille se soit placé perpendiculairement sur la ligne de plus courte distance du courant au pivot de l'aiguille. De là la répulsion apparente du pôle boréal de l'aiguille.

Mêmes effets en A′, et aussi mêmes apparences.

En B comme en B′, l'effet se reproduisant, mais d'une manière beaucoup plus sensible, parce que le tour accompli par l'aiguille est dans ce cas beaucoup plus considérable et donne lieu à une apparence d'attraction qui n'existe pas, mais qui acquiert d'autant plus de créance que, si l'on n'a pas soin d'éloigner suffisamment l'aiguille, elle vient butter contre le conducteur du courant, et y adhère comme dans tous les cas d'attraction possible.

Nous avons dit que l'aiguille aimantée étant placée en A, le courant magnétique marchait du côté du courant voltaïque, dans le même sens que lui; il y a donc dans cette position réciproque des deux courants une action secondaire ou partielle qui ne doit pas être sans effet, et qui réagit en sens inverse de celle que nous venons d'étudier.

C'est effectivement ce qui arrive, et c'est ce qui cause 1° la non parfaite symétrie de la ligne d'équilibre de l'aiguille à l'égard du courant, 2° le renversement des effets précédents lorsqu'on approche l'aiguille du courant de manière à ce que l'influence de celui-ci s'étende sur le plus de spires possibles, et assez près pour que l'action attractive des deux courants dirigés dans le même sens soit prépondérante.

On conçoit qu'en B, le courant magnétique marchant en sens inverse du courant motive une répulsion qui exerce les mêmes effets que l'attraction dans le cas précédent.

Digitized by Google

D'après cela, on peut s'expliquer pourquoi l'effet général exercé par le courant voltaïque sur le courant magnétique est plus sensible à mesure qu'on en éloigne l'aiguille aimantée. On conçoit néanmoins qu'il doit y avoir une limite qui dépend de l'intensité de la pile. Du reste, la prédominance de ces diverses actions varie également suivant la force du courant, et pour bien les apprécier, il faut avoir soin de n'employer qu'un seul élément de Buntzen peu chargé.

Cas où le courant est horizontal et placé en dehors des pôles de l'aiguille dans un plan perpendiculaire ou oblique à son axe. — Quand les courants sont situés en dehors des extrémités de l'aiguille aimantée, dans un plan perpendiculaire ou parallèle à son axe, les réactions du courant s'exercent d'une manière analogue, mais elles sont de nature différente, et se manifestent simultanément, dans le cas des courants horizontaux.

Avec ceux-ci, les réactions dans le sens de l'inclinaison de l'aiguille sont les plus marquées, parce que, dans cette position, le courant magnétique se trouve influencé par le courant électrique exactement de la même manière que dans le cas où l'aiguille aimantée est soumise à l'action de courants verticaux. Il suffit, en effet, de renverser rectangulairement par la pensée le système du courant et de l'aiguille pour retrouver identiquement les mêmes conditions; seulement, à cause de son pivot, l'aiguille ne peut pas accomplir tous les mouvements auxquels elle est sollicitée; il doit donc s'ensuivre que, quel que soit le pôle sur lequel on agisse, soit en dessus, soit en dessous, il doit y avoir toujours abaissement ou toujours élévation de l'aiguille du côté du courant, et cette élévation et cet abaissement ne dépendent que du sens dans lequel il marche.

Quant aux réactions dans le sens de la déclinaison, il suffit d'observer que, dans l'état de parfaite perpendicularité du courant sur l'axe de l'aiguille, aucune déviation ne peut être pro-

Digitized by Google

duite, si ce n'est dans celles des positions de ce courant, où les deux éléments les plus voisins des deux courants en présence marchent dans un sens différent ; encore cette déviation très-faible ne peut-elle se manifester que dans le sens de l'inclinaison car, dans toutes les positions du courant, l'influence exercée d'un côté des spires du courant magnétique, est contre-balancée par l'action produite de l'autre côté. Mais comme une pareille précision dans la perpendicularité des deux courants l'un sur l'autre est impossible, cette position d'équilibre est tout à fait instable ; or, pour peu que le courant soit placé plus ou moins obliquement d'un côté et de l'autre de l'axe de l'aiguille la déviation s'effectue dans un sens ou dans l'autre, car il est naturel de supposer que ce soient les courants qui font entre eux l'angle le plus aigu qui agissent l'un sur l'autre.

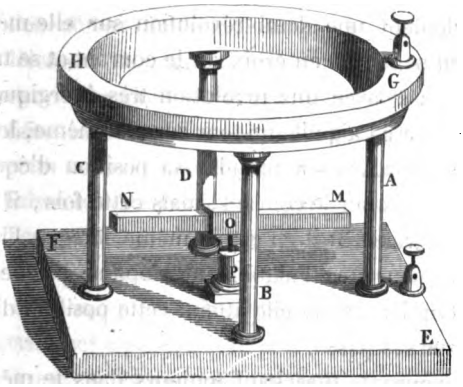
Cas où le courant est vertical et placé en dehors des pôles de l'aiguille. — Avec les courants verticaux, les réactions magnétiques sont également toujours répulsives en apparence, et le sens de la répulsion pour un même pôle de l'aiguille ne dépend que du sens du courant. L'explication de ce fait est identiquement la même que celle que nous avons donnée des réactions des courants verticaux à l'égard de l'aiguille aimantée, quand ils s'en trouvent à une distance suffisamment grande, pour que les influences latérales des spires ne soient pas prépondérantes. Ainsi en G′ H′ et en G H (fig. 2 page 23), le courant marchant dans le sens des flèches, il y a répulsion vers le point M. De telle sorte que, dans ce cas comme dans l'autre, la direction polaire de l'aiguille aimantée dépend de la situation du courant à droite ou à gauche du plan de la ligne neutre.

On peut appliquer ce cas des réactions magnétiques à la création d'un tourniquet magnétique, et voici comment :

Supposez que quatre colonnes de cuivre A, B, C, D, disposées aux quatre extrémités de deux diamètres perpendiculaires,

Digitized by Google

aboutissent à deux cercles métalliques, placés en dessous de la planche E F et au-dessus de la corniche G H. Supposez ensuite



que ces deux cercles soient en rapport avec deux presses métalliques où aboutissent les deux pôles de la pile, il arrivera qu'un système M N, posé en équilibre sur un pivot P, et qui sera composé de deux barreaux aimantés N et M, réunis par leur pôle semblable à l'aide d'un manchon métallique O, se trouvera subir, d'une manière double, les réactions du courant par l'entremise des colonnes A, B, C, D, et comme toutes ces réactions sont conspirantes dans le même sens, le système se mettra à tourner avec une grande vitesse.

Cas où le courant est horizontal et perpendiculaire ou oblique à l'axe de l'aiguille. — Pour terminer ce que nous avons à dire des réactions des courants rectilignes sur l'aiguille aimantée, nous n'avons plus qu'à considérer le cas où le courant, étant horizontal dans un plan perpendiculaire ou oblique à l'axe de l'aiguille, se trouve au-dessus et au-dessous de chacun des deux pôles. Or voici ce que l'on observe :

1° Si le courant, marchant de l'est à l'ouest, est au-dessus du pôle austral, suivant la ligne azimutale N E, S O, il se manifeste

Digitized by Google

une répulsion très-énergique de ce pôle vers l'est, et cette répulsion, suivant son intensité, donne lieu aux phénomènes suivants: 1° Avec une répulsion assez énergique pour que l'aiguille accomplisse seulement une demi-révolution sur elle-même, le pôle boréal vient se mettre en croix sur le courant et se trouve incliné vers la terre; 2° avec une révolution très-énergique capable de faire accomplir à l'aiguille un tour sur elle-même, le pôle austral repoussé d'abord, vient prendre sa position d'équilibre en se mettant en croix sur le courant, mais cette fois, il a passé par dessus le courant; 3° il en est de même lorsque l'impulsion est assez faible pour que l'aiguille ne dépasse pas le quart de sa révolution entière, alors elle atteint cette position d'équilibre en revenant sur ses pas.

2° Si le courant, marchant toujours dans le même sens, est incliné au-dessus du pôle austral suivant la ligne azimutale NO, SE; mêmes effets, mais le sens de la répulsion est vers l'ouest.

3° Si le courant est placé perpendiculairement à l'axe de l'aiguille, celle-ci reste sans mouvement, mais cet état d'équilibre est instable, car il suffit de la plus légère déviation pour que les effets précédents se manifestent.

Les mêmes réactions se font remarquer quand on agit de la même manière sur le pôle boréal; seulement, pour le même sens d'inclinaison du courant relativement à l'axe de l'aiguille, les répulsions sont opposées.

Au-dessous du plan de déclinaison de l'aiguille, les réactions magnétiques qui s'opèrent tendent toutes à mettre l'aiguille en croix sur le courant. Inutile de dire qu'en renversant le sens du courant, toutes ces réactions seraient interverties.

Pour peu qu'on se reporte aux positions réciproques du courant voltaïque et du courant magnétique, on peut se rendre facilement compte de toutes ces réactions. Suivons en effet leurs

Digitized by Google

différentes phases dans les diverses positions du courant. Nous nous assurerons que dans la première position les spires magnétiques de l'aiguille se trouvent sollicitées à accomplir près d'une demi-révolution autour de leur ligne axiale verticale, pour se placer parallèlement au courant. Mais cette action n'existe pas seule, l'influence de ces mêmes spires dans le sens de l'inclinaison tend à faire coïncider leur plan avec celui du courant; il s'opère donc un mouvement de bas en haut qui élève le pôle austral et abaisse le pôle boréal. L'aiguille restant dans la position d'équilibre qui lui a été faite par la réaction magnétique dans le sens de la déclinaison, cette dernière cause n'a pas d'influence pour la changer; mais si, en raison de la vitesse acquise, l'aiguille dépasse cette position, le pôle austral, étant élevé au-dessus du courant, se trouve subir son influence en sens opposé. Alors en se plaçant lui-même en croix sur le courant, il atteint une position d'équilibre qu'il ne pouvait garder quand il était placé au-dessous. C'est le même effet qui se reproduit quand l'impulsion n'est pas assez forte pour que le pôle boréal ait pris sa position d'équilibre sur le courant.

Il est facile de comprendre que si le courant était placé dans une position parfaitement perpendiculaire à l'axe, aucune action ne se produirait, car, comme nous l'avons déjà dit, l'effet produit par le courant d'un côté de l'aiguille, est contrebalancé par l'action exercée de l'autre; cependant, il existe dans ce cas une réaction partielle des spires qui favorise tel ou tel mouvement, suivant que le courant voltaïque marche dans le même sens ou en sens inverse des courants magnétiques.

En partant du raisonnement précédent, on explique parfaitement les réactions magnétiques que nous avons signalées dans les autres cas cités précédemment.

Réactions des courants sinueux sur l'aiguille aimantée. — Toutes les réactions magnétiques que nous venons d'étudier

Digitized by Google

n'ont rapport qu'à un courant voltaïque rectiligne; or, en substituant dans le petit appareil déjà décrit des hélices aux éléments A B C D, j'ai pu répéter les mêmes expériences à leur égard, et je me suis assuré qu'elles se reproduisent toutes exactement de la même manière. On conçoit d'ailleurs qu'il doit en être ainsi puisque l'action des spires de cette hélice sur l'aiguille étant la même d'un côté comme de l'autre, se trouve neutralisée de telle sorte qu'il n'y a que l'action du courant dans le sens de l'axe de l'hélice qui soit effective. Néanmoins, l'effet est plus marqué dans celles des positions de l'aiguille où l'hélice magnétique et l'hélice électrique se trouvent exercer un effet concordant.

Nous pouvons conclure de tout ce qui précède, que dans les réactions qui s'accomplissent entre un courant électrique et une aiguille aimantée la direction de celle-ci vers l'ouest ou vers l'est dépend,

1° Quand les courants sont horizontaux et parallèles à son axe, de leur position au-déssus ou au-dessous du plan de déclinaison;

2° Quand les courants sont verticaux, de leur position à droite et à gauche du plan de la ligne neutre;

3° Quand les courants sont horizontaux et placés en dehors, en dessus ou en dessous de leurs pôles, de leur obliquité par rapport à son axe.

Nous pouvons en déduire également que l'inclinaison de l'aiguille aimantée est motivée :

1° Quand les courants sont horizontaux, par leur obliquité relativement à son axe, par leur position en dehors de ses pôles ou par leur position dans le même plan horizontal que l'axe de l'aiguille quand ils sont parallèles à cet axe;

2° Quand les courants sont verticaux, par leur obliquité eu égard au plan de la ligne neutre.

Réactions des courants sur les aimants par rapport à la direction azimutale de leur ligne neutre. — Nous avons étudié jus-

Digitized by Google

qu'à présent les réactions magnétiques des courants sur les aimants, relativement à la direction de leur ligne axiale, il nous reste à étudier maintenant celles de ces réactions qui se rapportent à la direction azimutale de leur ligne neutre dans le plan des spires magnétiques. Ces réactions excessivement curieuses, étudiées par MM. Ampère et Faraday, peuvent se formuler ainsi :

1° Tout aimant mobile autour de sa ligne axiale, et soumis à l'influence d'un courant fixe marchant vers son axe perpendiculairement à lui, acquiert un mouvement de rotation sur lui-même dont le sens dépend de celui du courant.

2° Tout aimant libre dans ses mouvements, et soumis à l'influence d'un courant dont la direction perpendiculaire à l'axe de l'aimant est sans cesse convergente vers un centre qui ne correspond pas à l'axe de l'aimant, acquiert un mouvement de rotation sur lui-même et de révolution autour de ce centre.

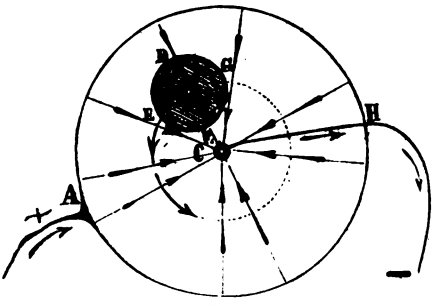
Nous savons tous de quels appareils on se sert pour démontrer ces principes par l'expérience. Je me contenterai donc d'en donner l'explication, qui est en vérité plus simple à comprendre que l'énoncé du principe.

Dans le premier cas, le mouvement de rotation de l'aimant sur lui-même est dû à l'influence de tous les éléments de courants qui, par leur disposition convergente à l'égard de l'axe de l'aimant, réagissent tous sur le courant magnétique de manière à attirer, tantôt à droite, tantôt à gauche (suivant le sens du courant électrique) tous les éléments qui le constituent, et à les repousser du côté opposé.

Dans le deuxième cas, le même effet de rotation se reproduit, mais d'une manière moins sensible, parce qu'il y a un moins grand nombre d'éléments appelés à agir dans le même sens. En effet, supposons que le grand cercle A H soit le cercle métallique auquel aboutit le pôle positif de la pile, et qui plonge dans le mercure au milieu duquel flotte l'aimant P. Soit C la pointe mé-

Digitized by Google

tallique qui établit la communication entre le mercure et le pôle négatif de la pile. Le courant se dirigera à travers le mercure dans le sens des flèches. Or, parmi ces différents élé-



ments du même courant, considérons d'abord ceux qui sont tangents en G et en F. Nous pourrons nous assurer qu'aux points de tangence ces deux courants marchant l'un dans le même sens que le courant magnétique, l'autre en sens contraire, il se manifeste une double action partielle qui se traduit par un mouvement de G vers F, normalement aux points de tangence; or comme de pareils mouvements se succèdent sur tous les rayons du cercle C, ils décrivent, pour trajectoire définitive, une circonférence concentrique à C. La révolution de l'aimant autour de la pointe C se trouve donc par là suffisamment expliquée. Si nous considérons maintenant que, en outre de cette action tout à fait partielle, il s'effectue entre les éléments de courant G C F C et les arcs G D F et G E F une double réaction de courants croisés dans laquelle l'action de l'arc G E F est beaucoup plus petite que celle de G D F, puisque les deux arcs diffèrent de proportions; on en conclura que l'aimant sera sollicité par une double résultante différentielle qui sera dans le sens des arcs G D et F D; par conséquent, le mouvement qui s'opérera entre ces courants croisés pour atteindre le parallélisme, donnera lieu à un mouvement

Digitized by Google

de rotation dans le même sens que celui de révolution autour du point C. Je ne parle pas des éléments de courants qui, comme CED, coupent la section de l'aimant, car l'action du côté D est détruite par celle exercée du côté E.

Réciproques des réactions exercées par les courants sur les aimants. — La réciproque de tous ces principes étant vraie comme l'expérience et le raisonnement le démontrent, on peut en conclure, quant à ces dernières réactions :

1° Qu'un courant horizontal ou vertical, mobile sur lui-même, soumis à l'influence d'un aimant, acquiert un mouvement de rotation sur lui-même, dont la direction dépend du sens du courant ou du pôle de l'aimant.

2° Que la terre étant elle-même un aimant exerce sur les courants la même influence, mais seulement sur les courants horizontaux.

3° Que les courants verticaux se placent perpendiculairement au méridien magnétique sous la seule influence du magnétisme terrestre.

4° Que le mouvement de rotation propre aux courants, sous l'influence magnétique de la terre ou des aimants, se manifeste également sous l'influence d'autres courants convenablement disposés.

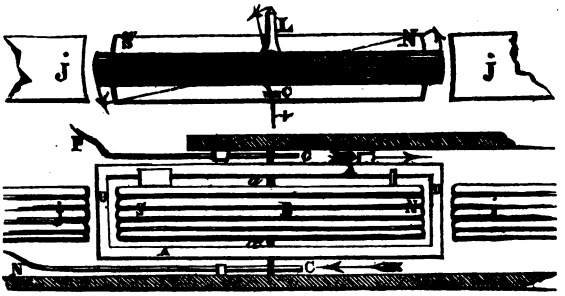
5° Qu'enfin des courants mobiles qui sont, comme nous l'avons dit, de véritables aimants, peuvent être dirigés par des aimants, et même par l'action magnétique de la terre.

Toutes ces lois, qui ont été découvertes et démontrées par MM. Faraday, Ampère, Pouillet, Savary et Delarive, sont toutes les conséquences de réactions magnétiques que nous avons étudiées, et s'expliquent d'elles-mêmes; nous ne nous y arrêterons donc pas davantage. Ce sont d'ailleurs des expériences fort connues, et qui font partie intégrante des cours de physique les plus élémentaires. Il est pourtant encore une réaction peut-être un peu

Digitized by Google

douteuse dont je dois dire ici quelques mots : c'est la répulsion exercée entre les parties contiguës d'un même courant. Voici comment Ampère a prétendu la démontrer : un vase rempli de mercure est séparé en deux parties par une cloison non conductrice. Un fil recouvert de soie est replié pour passer d'un compartiment à l'autre, en présentant dans chaque compartiment une branche horizontale parallèle à la cloison ; cette branche est revêtue de cire, excepté à son extrémité, où elle se recourbe un peu pour passer dans le mercure. En faisant arriver les deux pôles de la pile dans le prolongement des deux branches du fil, on voit le fil entier qui recule et qui semble annoncer une répulsion entre la partie du courant qui pénètre dans le fil et celle qui pénètre dans le mercure.

On a fait dans les arts une heureuse application des réactions que nous venons d'étudier, en les combinant de manière à former une *détente* pour certains télégraphes électriques. Voici comment on dispose les divers éléments qui doivent être mis en jeu :



Un barreau aimanté ou un faisceau aimanté B est maintenu dans une position fixe et se trouve circonscrit par un cadre A U D, sur lequel est enroulé un long fil métallique U D, à travers lequel passe le courant, et que l'on a eu soin de recouvrir de cire pour

Digitized by Google

isoler les unes des autres ses différentes circonvolutions. Ce cadre peut pivoter librement par l'intermédiaire de deux petits axes *a a*, dont les extrémités en pointe viennent butter contre le bâtis I I O et l'aimant fixe. Enfin deux ressorts en spirale C C (comme la tige de certaines sonnettes), fixés sur ces axes, maintiennent en équilibre ce cadre à l'état ordinaire ou l'y rappellent si, le cadre se trouvant infléchi, la cause qui a motivé ce dérangement a cessé.

Dans cette disposition, les extrémités du fil enroulé sur le cadre sont soudées, l'une sur l'axe *a* du côté O, l'autre sur l'axe correspondant du côté I, et les deux branches du courant P et N étant en communication avec le ressort en spirale C C établissent ainsi par les axes *a a* le courant à travers le fil enroulé sur le cadre. Or, voici ce qui arrive quand le courant voltaïque est dirigé dans le sens des flèches : le courant magnétique marchant de l'est à l'ouest par le nord zénithal, la résultante des spires magnétiques tend à infléchir le cadre de bas en haut du côté D, et de haut en bas du côté U, quand le pôle boréal de l'aimant est en N et le pôle austral en S, car c'est là le mouvement que doit accomplir le courant mobile pour qu'il puisse marcher dans le même sens que le courant magnétique. Il en résulte donc que quand le courant circulera dans le fil du cadre, celui-ci s'infléchira de telle manière que l'extrémité D viendra butter contre un obstacle X placé, dans la figure, au-dessus du bord supérieur de l'aimant fixe du côté du pôle boréal, mais qu'aussitôt que cessera l'action du courant les ressorts en spirale C C ramèneront le cadre dans sa position primitive. Si donc le cadre est muni, vers son centre d'oscillation d'une languette L, et que cette languette maintienne un mouvement d'horlogerie, il pourra la faire agir comme détente quand se manifestera la présence du courant.

Les deux fragments J J représentent des aimants auxiliaires destinés à renforcer l'action de l'aimant B.

Digitized by Google

Ce genre de détente électrique est employé fréquemment en Angleterre, il a même été choisi de préférence aux électro-aimants par M. Bain, dans son télégraphe à imprimer, qui fait le service de Portsmouth à Londres.

§ II. — Réactions réciproques de l'électricité statique et de l'électricité dynamique.

Puisque les aimants peuvent être assimilés à des hélices métalliques dans lesquelles circule un courant électrique, on conçoit de quelle importance est pour l'étude de leurs réactions sur les différents corps de la nature, la connaissance des influences réciproques dues à la coexistence sur un même conducteur de deux sources électriques différentes. Ces réactions se rattachent aux questions suivantes :

1° L'électricité statique et l'électricité dynamique peuvent-elles exister simultanément sur le même conducteur sans s'influencer réciproquement?

2° Les deux électricités à l'état statique peuvent-elles exister simultanément sur un même conducteur, alors qu'elles sont développées sous l'influence des deux sources électriques différentes?

3° Deux courants voltaïques peuvent-ils exister simultanément sur le même conducteur alors qu'ils vont dans un sens différent?

4° L'électricité statique peut-elle produire de l'électricité dynamique?

5° L'électricité dynamique peut-elle produire de l'électricité statique?

Pour trouver la réponse à la première question, il suffit de faire les deux expériences suivantes : 1° Interposer un rhéomètre quelconque dans un circuit voltaïque, et provoquer de la part de la machine, avec le conducteur de ce circuit, des étincelles dont

Digitized by Google

on pourra apprécier l'intensité avec le photomètre électrique de M. Masson; 2° faire passer au travers des conducteurs de la machine un courant voltaïque au milieu duquel sera également interposé un rhéomètre placé sur un tabouret isolant, et examiner, comme précédemment, l'intensité des étincelles qu'on pourra exciter sur le conducteur de la machine.

Il résulte de ces expériences que j'ai réitérées, que les deux électricités peuvent exister simultanément sur les mêmes conducteurs *sans influence sensible* de leur réaction réciproque, ce qui semblerait prouver que, si l'électricité statique se développe à la surface des corps, comme cela est démontré, l'électricité dynamique se propage moléculairement à leur intérieur.

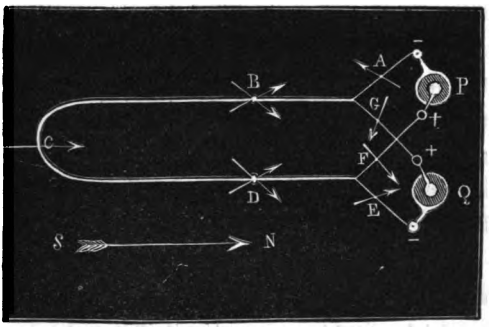
2° *question.* — La seconde question exige certaines conditions d'expérimentation assez difficiles à obtenir; il faut d'abord avoir une machine électrique produisant les deux électricités, et agir par influence sur un conducteur isolé dont la surface soit assez étendue pour que quatre petits pendules en moelle de sureau placés aux deux extrémités (deux d'un bout, deux de l'autre), ne puissent pas s'influencer réciproquement. En présentant alors le conducteur de l'électricité résineuse au tiers de la longueur du conducteur d'épreuve, et en plaçant aux deux tiers le conducteur de l'électricité vitrée, on trouve que tous les pendules placés d'un même côté accusent tous une électricité différente. Ainsi, le pendule placé du côté de l'électricité vitrée, et plus voisin de la machine possédant de l'électricité résineuse, son correspondant du côté opposé à la machine, accusera de l'électricité vitrée, tandis que l'inverse aura lieu pour les deux autres pendules. Ainsi, sous l'influence de ces deux sources électriques, les électricités se sont trouvées partagées également sans que l'une nuise à l'autre. C'est du reste le même effet que nous avons remarqué dans la distribution du magnétisme sur une armature soumise à l'action des deux pôles d'un aimant.

Digitized by Google

3e *question*. Deux courants émanant de sources différentes peuvent-ils exister simultanément dans un même conducteur? ou, si l'on veut, un même fil métallique peut-il servir de conducteur à deux courants différents?

A cette question on peut répondre, en thèse générale, qu'un circuit électrique sur lequel on greffe un autre circuit de source différente peut bien servir de conducteur à ce dernier; mais il s'établit alors une double dérivation qui réagit en neutralisant ou en renforçant le courant primitif, suivant qu'on considère le circuit qu'il parcourt à droite ou à gauche des points où se trouve greffé le deuxième circuit.

Pour se convaincre de ce principe par l'expérience, il suffit de bifurquer les deux bouts d'un conducteur métallique quelconque et de les mettre en rapport avec les pôles de deux piles différentes; on verra alors que quand les courants seront neutralisés



l'un par l'autre dans le conducteur commun, ce qui les suppose marchant en sens contraire (1), il s'établira une double déri-

(1) Les deux courants n'ont pas, en général, leur effet neutralisé dans le conducteur commun, car il est impossible d'avoir deux piles ayant une intensité identiquement égale; aussi, il résulte de leur lutte un courant diffé-

Digitized by Google

vation à travers les deux piles; et comme les deux courants ainsi dérivés marchent de ce côté dans le même sens, puisque le courant de la pile Q suit la dérivation Q G A P F E Q, et que celui de la pile P suit la dérivation P F E Q G A P, on trouvera que leur intensité s'est considérablement accrue. D'un autre côté, si, en permutant les points d'attache des deux piles, on fait en sorte que les courants marchent d'accord dans le conducteur commun, l'inverse a lieu et les courants se trouvent presque neutralisés dans leur dérivation à travers les deux piles.

Les différents cas de ces réactions ont été expérimentés avec un fil de 132 mètres de long développé dans toute sa longueur, afin d'éviter les influences du courant sur lui-même; mais avant de les passer en revue, nous allons analyser le cas le plus simple, afin que l'on soit bien fixé sur les alternatives d'intensité qui doivent se manifester dans ces sortes de courants complexes.

Supposons, pour fixer les idées, que la longueur du circuit greffé soit précisément moitié de celle de notre circuit primitif de 132 mètres, la résistance des deux piles étant, bien entendu, réduite en fonction de leurs conducteurs, admettons en outre que les points d'attache de ce circuit greffé coupent par moitié le circuit primitif. En faisant abstraction, pour le moment, de la

rentiel très-faible, qui change le sens suivant que les bifurcations extérieures du circuit correspondent aux deux pôles positifs ou aux deux pôles négatifs, ou suivant que la pile la plus faible est d'un côté ou de l'autre du système, et on conçoit aisément cette particularité, si l'on considère le sens dans lequel circule le courant le plus fort. Supposons en effet que P soit la pile la plus faible, le courant différentiel devra marcher dans le conducteur commun, comme si cette pile était pôle positif, et la pile Q pôle négatif, car le circuit du courant de la pile Q va dans le sens Q B C D. S'il y a permutation de tous les pôles de la pile par rapport aux bifurcations du circuit commun, le courant différentiel marchera dans le sens opposé, car le courant de la pile Q va dans le sens Q D C B.

Digitized by Google

pile du courant greffé comme source électrique, et ne la considérant que comme un simple conducteur, on pourra comprendre qu'à partir de ses points d'attache, le circuit greffé constitue une véritable dérivation égale, d'une part, à l'intervalle de dérivation, et, de l'autre, au circuit principal, lesquels ne sont que les parties du courant primitif à droite et à gauche des points d'attache du courant dérivé. Or, si nous calculons l'intensité électrique dans ces différentes parties des deux circuits, en prenant, comme l'a fait M. Pouillet, les désignations x, y et z pour exprimer sa valeur inconnue dans le courant principal, le courant partiel et le courant dérivé, nous trouvons que, dans les conditions qui nous concernent, les formules de M. Pouillet se réduisent à

$$x = t. \quad \frac{2}{2 - \frac{1}{2}} = \frac{4}{3} t$$

$$y = t. \quad \frac{1}{2 - \frac{1}{2}} = \frac{2}{3} t$$

$$z = t. \quad \frac{1}{2 - \frac{1}{2}} = \frac{2}{3} t$$

Mais remarquons que le courant greffé étant, à l'égard du circuit primitif, identiquement dans les mêmes conditions de production électrique, il réagit sur lui en l'atténuant ou en le renforçant, suivant que, dans les différentes parties du conducteur commun, il marche, par rapport à lui, en sens inverse ou dans le même sens. Les formules deviennent donc alors,

1° Quand les pôles positifs des deux piles sont greffés sur une branche différente du circuit primitif,

$$x = \frac{4}{3} t + \frac{2}{3} t = \frac{6}{3} t$$

$$y = \frac{2}{3} t - \frac{2}{3} t = 0$$

$$z = \frac{4}{3} t + \frac{2}{3} t = \frac{6}{3} t$$

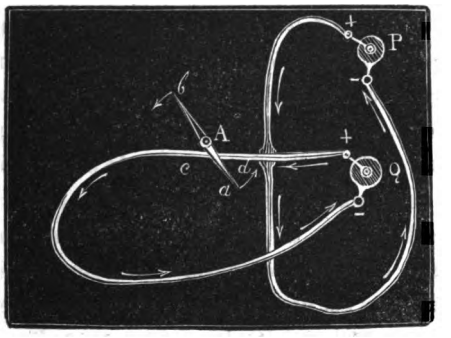
Digitized by Google

2° Quand les pôles positifs des deux piles sont greffés sur la même branche du circuit primitif :

$$x = \frac{4}{3}t - \frac{2}{3}t = \frac{2}{3}t$$
$$y = \frac{2}{3}t + \frac{2}{3}t = \frac{4}{3}t$$
$$z = \frac{4}{3}t - \frac{2}{3}t = \frac{2}{3}t$$

C'est effectivement ce que l'expérience démontre ; mais il faut pour cela que les piles soient bien égales, et que la réduction de leur résistance soit exactemant comptée par rapport aux points d'attache du circuit greffé. Or, comme ces conditions sont très-difficiles à réaliser, il faut s'attendre à quelques petites différences.

A l'aide des formules des courants dérivés, on peut facilement discuter la plupart des cas qui peuvent se présenter, et prévoir d'avance leur résultat, suivant qu'on fait varier la section des fils, les points d'attache du courant greffé, les différentes lon-



gueurs des dérivations, etc. C'est ainsi que nous saurons que, si le courant greffé résulte de l'interposition directe de la pile au

Digitized by Google

milieu du circuit primitif, le courant principal de celui-ci sera presque diminué de moitié; tandis que l'intervalle de dérivation ou la seconde partie du circuit primitif aura son intensité presque doublée. C'est ainsi que nous constaterons encore que, quand les points d'attache du courant greffé sont situés aux deux extrémités diamétrales de la section du circuit primitif, le courant greffé passe au travers, presque sans donner lieu à aucune dérivation.

4e *question*. — L'électricité statique peut-elle produire de l'électricité dynamique?

Nous savons tous qu'on peut obtenir *un courant* avec l'électricité développée sur la machine et même sur les armatures d'une bouteille de Leyde, puisque, en unissant métalliquement le conducteur de la machine aux coussins ou les deux armatures de la bouteille de Leyde entre elles, on obtient une recomposition soudaine. Mais, comme l'a fait judicieusement observer M. Savary, ce courant n'a pas identiquement tous les caractères de l'électricité dynamique, et nous verrons bientôt par l'aimantation inverse que peut produire un pareil courant, suivant les causes déterminantes de la recomposition des fluides, que ce courant n'a pas de sens nettement déterminé, c'est pour le dire, en un mot, un courant d'*électricité statique*, c'est-à-dire un courant qui se développe et glisse à la surface du conducteur du circuit. Si nous nous rappelons maintenant les expériences que nous avons citées de la déviation de l'aiguille aimantée sur la boule qui termine les conducteurs de la machine électrique (celle au moyen de laquelle on charge les bouteilles de Leyde) on s'assurera que le sens du courant dans le cas de recomposition de l'électricité vitrée avec les corps extérieurs est dans celui de la machine à ces corps.

5e *question*. — L'électricité dynamique peut-elle engendrer de l'électricité statique?

Pour pouvoir apprécier cette question, il faut réunir les condi-

Digitized by Google

tions expérimentales suivantes: 1° agir sur un fil dont la longueur soit suffisamment grande pour que l'action extérieure si faible de l'électricité dynamique (1) puisse se manifester sur un très-grand nombre de points; 2° isoler suffisamment ce fil pour que l'électricité statique si facile à se perdre puisse se développer à la surface de ce conducteur. Or, ces conditions sont précisément remplies dans l'appareil inducteur de M. Rumkorf, et l'on obtient en effet les commotions et les étincelles à distance qui sont le propre de l'électricité de tension. Toutefois, ce genre d'électricité participe de l'électricité dynamique, puisqu'elle existe à l'état de courant. C'est donc comme dans le cas précédent un courant d'électricité statique avec d'autres caractères qui le font participer de la nature de la cause qui l'a déterminé; nous reviendrons bientôt sur ce genre de courants auxquels on a donné le nom de *courants d'induction*.

Si en résumant ces faits dans la pensée, nous considérons les réactions qui ont dû s'accomplir dans l'hypothèse de la propagation de l'électricité dynamique par voie de décompositions et recompositions électriques successives de molécules à molécules, d'une part (2), et en admettant d'autre part la manifestation de l'électricité statique par voie de séparation et d'accumulation des fluides, nous arrivons à constater 1° que, dans le cas de la pro-

(1) Une preuve que cette action existe, c'est qu'avec une pile un peu forte, il y a une attraction énergique et à distance exercée par les deux bouts du fil conducteur.

(2) Si nous connaissions d'une manière certaine le mode de propagation de l'électricité dynamique, la théorie des courants d'induction serait bien vite établie, mais il n'en est pas ainsi, et l'on ne peut raisonner que sur des hypothèses. Les uns, s'appuyant sur l'hypothèse de Franklin, savoir: qu'il n'existe qu'une seule électricité, regardent cette propagation comme le fait d'un mouvement vibratoire du fluide éthéré combiné à la matière; les autres supposent, au contraire, qu'elle n'est qu'un résultat d'une série de décompositions et recompositions successives des électricités de chacune des molécules du conducteur métallique, actions qui doivent toutes s'exercer simul

Digitized by Google

duction du courant par la machine électrique, le conducteur joue dans son entier le rôle accompli par chaque tranche moléculaire de ce conducteur dans le cas du circuit voltaïque. 2° Que dans le cas de la production de l'électricité statique par le courant voltaïque, les décompositions et recompositions successives qui se manifestent dans toute la longueur du conducteur voltaïque, ont leur répétition dans le conducteur enduit, mais seulement à sa surface.

Nous pourrons voir, dans le chapitre qui va suivre, qu'un courant d'électricité voltaïque peut également donner lieu à un courant d'électricité de même espèce, mais il faut plusieurs conditions que nous ne pourrons apprécier que quand nous connaîtrons les effets d'induction des aimants dynamiques.

§ III. Des aimants dynamiques et de leur effet inductif sur les corps magnétiques et non magnétiques.

Dans le chapitre précédent, nous avons étudié les réactions des aimants dynamiques entre eux ou à l'égard des aimants statiques. Nous allons voir maintenant quelles actions ils exercent à l'égard du fer doux.

Nous savons qu'une hélice métallique constitue un aimant dynamique dans les conditions ordinaires des aimants statiques, c'est-à-dire, possédant deux pôles à ses deux extrémités, et une région neutre en son milieu; toutefois, ils en diffèrent essentiellement dans certaines réactions dont nous allons prochainement

tanément sur chaque tranche moléculaire de ce conducteur, puisque toute sa section participe à la fois à la production des deux électricités de la pile. Quoi qu'il en soit, les phénomènes d'influence électrique étant les mêmes dans une hypothèse comme dans l'autre, nous partirons de la dernière comme étant celle qui nous est la plus familière.

Digitized by Google

parler. Ce sont ces aimants que nous désignerons désormais sous le nom d'*aimants dynamiques*.

Comme les aimants statiques, les aimants dynamiques agissent sur le fer en décomposant leurs fluides, mais cette action, due au pouvoir unique de leurs pôles, est faible comparativement à celle des premiers. Comme eux encore, ils procréent des lignes de force magnétique qui rayonnent autour de leurs pôles, seulement ceux-ci, ainsi délimités, occupent, relativement à la longueur de l'aimant, une étendue plus circonscrite que dans les aimants ordinaires, et cette région affecte la forme circulaire. Enfin, la force inductive de ces aimants décroît eu égard à la distance, dans un rapport analogue à celui des autres aimants, quoique d'après les expériences de MM. Biot et Savart, l'intensité d'action des aimants dynamiques, quand ils agissent par l'effet du courant voltaïque, soit *en raison inverse de la simple distance*.

Avec un courant peu énergique, tous ces effets sont peu sensibles, mais avec une pile très-forte, non-seulement on voit la limaille de fer s'attacher sur toute la périphérie du conducteur du circuit, comme l'a observé pour la première fois M. Arago, mais on voit encore des aimants dynamiques tenir suspendus à la surface externe des fils qui les constituent des morceaux de fer très-pesants. Cette action s'exerce même au dedans de l'hélice quand le fer qu'on introduit est de petite dimension relativement à son noyau interne.

Ainsi, les aimants dynamiques peuvent, avec un courant suffisamment fort, agir exactement de la même manière que les aimants statiques; mais ils joignent à cette propriété, déjà bien curieuse, un autre pouvoir qui leur est particulier, et qui est bien autrement important : c'est celui de créer dans *le fer* qu'ils entourent *un courant magnétique*, et d'en faire, par conséquent, de véritables aimants.

Pour que ce courant magnétique se manifeste, il n'est même

Digitized by Google

pas besoin de la présence des deux pôles de l'hélice, un seul peut suffire, et l'on peut reconnaître en cela une des grandes différences d'action qui distinguent les aimants dynamiques des aimants statiques. Ainsi, un cylindre de fer, à peine entré à l'intérieur d'une hélice, devient un aimant ayant par conséquent deux pôles différents (1), tandis que ce même cylindre, soumis de la même manière à l'action d'un aimant creux, aura le même pôle à ses deux extrémités, parce qu'il sera alors dans le cas d'une armature dont les fluides magnétiques seuls sont séparés; c'est la constatation de ce fait important dont j'ai envoyé communication à l'Académie des sciences (voir les Comptes-rendus du 12 avril 1852) qui m'a mis sur la voie de toute la théorie du magnétisme dynamique que j'expose aujourd'hui, et dont un résumé a déjà été imprimé dans les Comptes-rendus des 12 juillet, 30 août et 6 septembre 1852.

Un fait qu'il est encore important de constater, c'est que le courant magnétique créé dans le fer par l'hélice, est toujours dirigé dans le même sens que le courant électrique, et la preuve, c'est que les pôles de même nom sont placés du même côté. En conséquence, l'aimant dynamique, en créant dans le fer un courant magnétique, détermine en même temps une action attractive qui se traduit par l'impulsion du fer à l'intérieur de l'hélice, si c'est l'hélice qui est fixe, et par l'impulsion de celle-ci, si

(1) Voici comment j'ai fait l'expérience. Après avoir introduit une des extrémités de mon fer dans l'hélice au tiers de sa longueur, j'ai fait entrer du côté opposé mon aiguille aimantée en soumettant tour à tour chacun de ses pôles au bout du fer. Or, j'ai précisément constaté que le pôle attiré était celui qui était repoussé par l'autre extrémité du fer, et réciproquement. Dans cette circonstance, l'effet magnétique de l'hélice étant très-faible en raison de la grandeur du canon de la bobine, relativement à la grosseur de l'aiguille, il ne pouvait agir de manière à altérer notablement l'exactitude de l'expérience; et la preuve, c'est que les pôles de l'aiguille n'en avaient subi aucune altération.

Digitized by Google

c'est elle qui est mobile ; comme ce mouvement d'impulsion résulte de l'action réciproque de deux courants parallèles marchant dans le même sens, on comprend aisément qu'il doit se continuer jusqu'à ce que les extrémités du fer soient symétriquement placées par rapport aux pôles de l'hélice.

Quel est le rôle du courant voltaïque dans la création de ce courant magnétique ainsi développé dans les corps magnétiques sous l'influence d'un aimant dynamique ? C'est une question bien complexe, et qui se rattache à des réactions d'induction que nous aurons bientôt occasion d'étudier. Toujours est-il que ce courant magnétique est de nature voltaïque, car tout étant parfaitement défini dans son contour héliçoïdal, il est tout à fait intérieur, puisque l'électricité statique peut se développer sans l'altérer à la surface du fer, et que d'ailleurs les spires de ce courant n'ont pas à proprement parler de surface. Faut-il admettre une préexistence de courants dans les corps magnétiques, c'est-à-dire attribuer à chacune des molécules qui les composent deux éléments de courants inverses l'un à l'autre, comme nous avons supposé dans tous les corps deux électricités d'effets contraires dont la réaction réciproque est la neutralisation ? Alors, le courant magnétique se constituerait sous l'influence de l'aimant dynamique qui paralyserait, ou plutôt tournerait dans le même sens celui des deux courants préexistants dont la direction serait contraire à la sienne, et l'aimantation après la cessation du courant dans l'hélice voltaïque serait alors le résultat de la force coercitive qui maintiendrait l'effet exercé primitivement par le courant voltaïque. Doit-on admettre au contraire que les électricités existantes dans chaque molécule des corps, et qui ne peuvent se mouvoir que d'une molécule à l'autre, après avoir passé par une première série de décompositions et recompositions successives conserveraient indéfiniment ces alternatives, parce que, d'un côté, toute cause d'altération extérieure serait sans effet à l'intérieur

Digitized by Google

des corps et que toutes les recompositions électriques qui se seraient faites lorsque la cause agissante subsistait, auraient toujours eu pour effet subséquent une décomposition? Je serais porté plutôt à croire cette hypothèse. Alors le rôle de la force coercitive serait de maintenir distinctes et dans leur ordre de direction toutes ces décompositions et recompositions qui constituent le courant magnétique, et de détruire en partie la résistance qui leur est apportée par l'inertie de la matière. Dans le développement du courant électrique de la pile, en effet, l'action est *double*, et si l'on pouvait forcer le courant à suivre une direction constante, c'est-à-dire à ne pas se bifurquer dans un circuit métallique fermé, il est très-probable que l'on obtiendrait même avec l'un ou l'autre des pôles de la pile un courant qui survivrait au moins quelques instants à la cessation d'action de la cause qui l'aurait créé (1), mais il est facile de concevoir que dans le mode de propagation du courant par communication métallique, le problème est insoluble. Il n'en est pas de même si l'on considère *l'action par influence*, car alors la continuité du circuit métallique peut exister, et le courant induit est forcé de suivre une direction constante, mais il faut pour cela que l'action inductive s'accomplisse sur les électricités moléculaires du conducteur et non sur celles de sa surface; or, nous verrons bientôt que les corps magnétiques seuls peuvent réunir toutes ces conditions, et c'est précisément pour cela, et en vertu de la force coercitive qu'ils possèdent, que le courant magnétique peut être créé d'une manière permanente dans certains cas. Quoi qu'il en soit, le courant existe, et les corps

(1) Cette circonstance explique parfaitement l'affaiblissement considérable que subit un aimant lorsqu'il est dégagé de l'action du courant voltaïque, il se trouve en effet réduit à une simple action telle que celle qu'il aurait obtenue, si le courant n'avait été fourni que par un seul pôle de la pile.

Digitized by Google

magnétiques se trouvent acquérir, sous l'action prolongée du courant voltaïque, une puissance d'aimantation telle, que j'ai pu créer des électro-aimants portant un poids de 160 kilog avec un seul élément de pile, et 100 mètres seulement de fil de 4 millim. de diamètre. Ainsi, lorsque l'armature d'un aimant ordinaire se trouve en quelque sorte dépossédée de la vertu attractive que semblerait devoir lui attribuer le fluide magnétique repoussé, l'armature d'un aimant dynamique devient un aimant excessivement puissant, qui agit à son tour en décomposant les fluides magnétiques des armatures qu'on lui présente.

Le courant magnétique ainsi créé dans le fer ou dans l'acier par les aimants dynamiques, se replie-t-il sur lui-même de manière à former plusieurs couches superposées d'hélices magnétiques, comme le courant électrique dans nos aimants dynamiques? ou bien l'hélice, formée comme nous l'avons dit précédemment, reste-t-elle unique à l'intérieur des molécules superficielles de l'aimant? C'est une question bien délicate et bien difficile à résoudre d'une manière certaine; pourtant, si nous nous rappelons que les aimants creux, pourvu toutefois qu'ils aient une certaine épaisseur, ont autant de force que s'ils étaient pleins, nous serions conduits à penser que s'il existe dans un aimant plusieurs couches d'hélices magnétiques, elles n'occupent qu'une petite épaisseur, ou s'il n'en existe qu'une, que la couche de fer ou d'acier qu'elle enveloppe se trouve subir l'aimantation à la manière d'une armature ordinaire, c'est-à-dire par voie de décomposition des fluides magnétiques; or, l'aimantation extérieure doit être alors assez intense, puisque les surfaces qui reçoivent les fluides repoussés sont très-circonscrites par rapport à la surface induite. Ce qui viendrait à l'appui de cette hypothèse, c'est qu'une hélice métallique placée dans l'intérieur d'un cylindre de fer creux entouré d'un aimant dynamique ne subit pas les effets dynamiques qui devraient se manifester entre le courant magné-

Digitized by Google

tique du fer et le courant électrique de l'hélice, effets qui, comme nous l'avons dit, devraient agir pour faire avancer ou ressortir cette hélice de dedans le cylindre creux, suivant que les courants marcheraient dans le même sens ou en sens contraire. Deux autres faits confirment encore cette hypothèse, c'est la transmission d'un ou de plusieurs courants électriques à travers un aimant sans destruction ni trouble de son magnétisme, et l'intensité plus grande des pôles vers leur contour extérieur, que nous avons constatée par l'expérience, comme nous l'avons déjà dit.

D'un autre côté, comme les corps magnétiques peuvent avoir leur aimantation augmentée indéfiniment par l'accroissement de la force électrique, on peut supposer que ce surcroît de force magnétique pourrait provenir de l'allongement de l'hélice magnétique par l'action plus énergique du courant qui s'exerce alors plus profondément.

Ainsi que les courants voltaïques, les courants d'électricité statique peuvent développer l'aimantation dans les corps magnétiques. Mais pour que l'on puisse obtenir des résultats très-marqués, il faut, comme dans les aimants dynamiques, faire réagir le courant sur lui-même, c'est-à-dire, le faire passer au travers d'une hélice dont les plis soient multipliés le plus possible. Néanmoins, en faisant passer le courant par étincelles, on peut obtenir des effets magnétiques avec un fil droit, et même aimanter des aiguilles en les plaçant transversalement à une petite distance de ce fil. C'est surtout avec les bouteilles de Leyde ou les batteries que le phénomène est le plus sensible; mais chose remarquable, c'est que des aiguilles égales parallèles ainsi placées transversalement sur le fil, mais à des distances différentes, ne sont pas aimantées dans le même sens. M. Savary, à qui on doit l'observation de ces anomalies, a reconnu que ces alternatives dans le sens du courant magnétique produit et les distances auxquelles elles se manifestent, dépendent pour ainsi dire de tous les

Digitized by Google

éléments qui concourent au phénomène, savoir : de l'intensité de la décharge, de la longueur du fil tendu en ligne droite, de son diamètre, de l'épaisseur des aiguilles et de leur force coercitive. Les mêmes effets se manifestent également quand le choc électrique est transmis par des fils roulés en hélice sur des tubes de verre ou de bois. La seule variation d'intensité dans la charge de la batterie peut avoir une grande influence.

Enfin, M. Savary a constaté encore que la quantité de magnétisme que prend une aiguille sous l'influence d'une décharge électrique, et même le sens de son aimantation, dépendent de la nature et des dimensions des corps qui la touchent ou qui l'enveloppent.

Des corps para-magnétiques et dia-magnétiques. — Nous venons de voir que le résultat de l'influence d'un courant électrique sur les corps magnétiques tels que le fer et l'acier, était la création d'un courant de même nature que les courants voltaïques et *dirigé dans le même sens.* Nous avons cherché à nous rendre compte du phénomène, en faisant intervenir la force coercitive et en supposant une action sur les molécules *intérieures* du corps soumis ainsi à l'aimantation. Mais une chose bien singulière, et qui ne peut tenir qu'à une influence moléculaire dont nous ne pouvons guère nous rendre compte, c'est qu'il est certains corps magnétiques qui ne sont pas magnétiques à la manière du fer et de l'acier, ce qui pourrait faire supposer qu'ils n'ont pas leur courant magnétique dirigé dans le même sens que le courant qui l'a fait naître. Ainsi, si vous entourez un cylindre de bismuth d'une hélice métallique dans laquelle circule un courant électrique, les pôles nord et les pôles sud des deux aimants, au lieu de se correspondre, seront en sens inverse les uns des autres. Cette curieuse anomalie, découverte par M. Plucker, à Bonn, a fait ranger les corps magnétiques en deux catégories : les corps para-magnétiques et dia-magnétiques. Dans la première figu-

Digitized by Google

rent le fer et l'acier, dans la seconde le bismuth et sans doute plusieurs autres corps dans lesquels nous ne soupçonnions pas encore cette propriété. Du reste il paraîtrait, d'après M. Plucker, que l'axe optique d'un cristal à un axe serait à la fois para-magnétique et dia-magnétique, c'est-à-dire qu'il serait attiré par les pôles d'un aimant si le cristal est positif, et repoussé si le cristal est négatif: d'où il résulterait que la même cause qui dans un cristal modifie la marche de la lumière, modifie également l'action exercée sur lui par l'aimant. Ce fait assez curieux, et qui ne doit pas étonner quand on réfléchit qu'il se représente pour l'élasticité et la conductibilité des cristaux, donnerait à penser jusqu'à un certain point que l'induction électrique ne doit pas se faire de la même manière quand le courant attaque les molécules des corps métalliques parallèlement à leur axe ou quand il les attaque perpendiculairement. Je sais que dans ce cas il n'y a pas de raisons de cristallisations moléculaires, mais, en disant par exemple que quand l'induction s'opère sur les corps métalliques dans un sens perpendiculaire à leur axe, elle agit sur les électricités moléculaires intérieures, et que quand au contraire elle se manifeste dans un sens parallèle, l'action se porte sur les molécules superficielles, on résumerait à peu près tous les cas de création de courants de nature voltaïque qui peuvent se présenter avec la seule hypothèse des deux électricités combinées. Du reste, tout ceci n'est qu'une hypothèse que j'avance sous toutes réserves, mais je n'en suis pas moins convaincu que la *polarisation* des actions physiques joue un bien plus grand rôle qu'on ne le pense. Mais revenons aux corps dia-magnétiques.

Il résulte des expériences de M. Plucker que le dia-magnétisme se développe plus difficilement dans les corps qui sont susceptibles de le produire que le magnétisme ordinaire dans le fer, mais qu'en revanche il croît proportionnellement plus quand la force inductrice augmente. La conséquence de cette

Digitized by Google

difficulté apportée au développement du dia-magnétisme, est l'abandon plus lent des propriétés magnétiques acquises lorsque la cause agissante a cessé ; aussi le bismuth conserve-t-il un certain temps la polarité ou le magnétisme que le passage du courant électrique lui avait communiqué. Un autre caractère extrêmement curieux du dia-magnétisme observé par M. Faraday, et qui semble être un effet de la polarisation dont je parlais précédemment, c'est qu'un morceau de bismuth, suspendu entre les deux pôles d'un aimant, se place transversalement, tandis qu'un morceau de fer, placé de la même manière, se place axialement.

Effets inductifs des aimants sur les corps métalliques non magnétiques. — Dans l'étude que nous avons faite jusqu'ici des phénomènes magnétiques, nous avons considéré principalement deux choses : d'abord les réactions réciproques des aimants statiques et dynamiques, et en second lieu les effets d'induction exercés par eux à l'égard des substances magnétiques. Il nous reste à examiner les effets d'induction qui résultent de leur influence sur les corps non magnétiques, et nous verrons dans ce genre de phénomènes le complément et la confirmation des analogies du fluide électrique et du fluide magnétique.

Lorsqu'un aimant dynamique enveloppe un cylindre de fer ou en est enveloppé, il crée, avons-nous dit, un courant magnétique qui circule en spirale autour du fer, et nous avons ajouté qu'un pareil courant ne pouvait subsister sans confusion de ses éléments qu'en vertu d'uue certaine force dont nous ne pouvions guère nous rendre compte, que nous avons appelée *force coercitive*. D'après cela, on comprend facilement qu'un métal quelconque, dépourvu de force coercitive, étant placé dans les mêmes conditions que le fer à l'égard d'un aimant dynamique, ne peut donner lieu à aucun effet d'induction sensible de la part de celui-ci. Mais si l'on fait de ce métal une hélice dont les spires multipliées

Digitized by Google

le plus possible, soient suffisamment isolées, on peut concevoir que l'effet d'induction partiel et exercé par les spires de l'aimant dynamique sur l'hélice métallique fermée pourra donner lieu à une réaction dont la nature sera susceptible d'être appréciée. Or la réaction qui se manifeste est, comme nous l'avons vu, la création d'un courant d'électricité statique. Toutefois, par un effet particulier dont la cause est assez complexe, ce courant n'est qu'instantané et ne se manifeste qu'au moment de la fermeture et de l'interruption du courant voltaïque, encore change-t-il de sens dans l'un et l'autre de ces deux cas.

Ce phénomène peut, jusqu'à un certain point, s'expliquer par les réactions réciproques de l'électricité statique et de l'électricité dynamique que nous avons étudiées. En effet, sous l'influence qu'exercent sur le circuit induit les différentes décompositions et recompositions électriques qui s'accomplissent dans le circuit voltaïque, les électricités de ce conducteur induit se trouvent tour à tour décomposées et recomposées sur sa surface, de telle manière qu'au fur et à mesure de leurs décompositions, ce sont les électricités de nom contraire qui se trouvent en présence tant à l'égard de celles du circuit voltaïque qui sont la cause de la décomposition, qu'à l'égard des électricités refoulées du côté opposé, qui sont la conséquence de cette décomposition. A mesure que les recompositions des électricités du conducteur voltaïque s'opèrent, les recompositions s'effectuent pareillement dans le conducteur induit, non plus dans le sens de la section de ce conducteur, mais bien dans celui de sa longueur en raison de *l'ordre* de succession des décompositions qui se sont opérées dans le conducteur voltaïque. Il en résulte donc deux courants d'électricité statique dirigés en sens inverse l'un de l'autre, dont l'un (celui inverse au courant voltaïque) se manifeste avant l'autre dans le moment infiniment court où le conducteur entier est à l'état neutre, c'est à-dire, au moment de l'établissement

Digitized by Google

du courant électrique. Immédiatement après, les deux courants existent simultanément l'un à côté de l'autre, et se neutralisent jusqu'au moment où le courant voltaïque étant interrompu, le premier courant induit cesse pour laisser se manifester l'autre courant qui est direct.

Puisqu'un aimant possède un courant magnétique de même nature qu'un courant voltaïque permanent, il doit s'ensuivre, qu'en approchant d'abord et en éloignant ensuite d'une hélice métallique fermée l'un des pôles d'un aimant, ce qui revient à fermer ou à interrompre le courant d'un aimant dynamique, on doit obtenir, dans cette hélice un courant se manifestant en premier lieu dans un sens inverse au courant magnétique, puis dans un sens direct. C'est en effet ce qui a lieu, et cet effet, comme on peut le concevoir, se manifeste même sous la seule influence du magnétisme terrestre. Bien plus même, au moyen d'un simple appareil commutateur à renversement de pôles, on peut régulariser tous ces courants de direction différente, et obtenir un courant continu de tension dont les effets sont beaucoup plus énergiques que ceux des courants ordinaires. Les machines les plus ingénieuses qui ont été construites dans ce but sont celles de Pixii, de Clarke, de Breton frères; nous n'en ferons pas ici la description, car cela nous entraînerait beaucoup trop loin; on la trouve d'ailleurs dans tous les traités de physique.

Les phénomènes d'induction découverts par Faraday, en 1830, jouent un rôle tellement important dans toutes les actions électriques, qu'on peut dire qu'ils en sont la plupart du temps la conséquence inévitable. Ainsi, les spires d'un aimant dynamique, en réagissant les unes sur les autres, développent, au moment du passage du courant voltaïque, et après son interruption, un courant d'induction qui donne à l'étincelle un éclat beaucoup plus intense, et détermine une commotion beaucoup plus

Digitized by Google

énergique que ne le comporterait le courant livré à lui-même dans un conducteur droit. Les courants d'induction réagissent eux-mêmes les uns sur les autres et créent des courants de divers ordres qui changent alternativement de direction à partir du courant secondaire. Enfin, il n'est pas jusqu'aux surfaces métalliques mêmes qui n'en subissent les effets quand elles sont vis-à-vis le courant inducteur dans certaines conditions. Mais ces derniers effets constituent un ordre de *phénomènes* d'induction particulier que nous devons, pour le complément de notre étude sur le magnétisme, étudier d'une manière spéciale.

Manière différente dont s'exerce l'induction par les courants magnétique ou voltaïque, suivant que les corps métalliques qui en subissent l'effet présentent ou ne présentent pas d'éléments continus de surfaces opposées *propres au développement de l'électricité statique.*

Un aimant dynamique, avons-nous dit, étant enveloppé par une hélice métallique *fermée* ou l'enveloppant, détermine un courant d'induction momentané, qui est *inverse* par rapport au sens du courant voltaïque, au moment où celui-ci est fermé et direct, au moment où il est interrompu.

Un cylindre de fer étant substitué à cette hélice induite, et se trouvant, par conséquent, vis-à-vis de l'aimant dynamique dans les mêmes conditions d'induction, un courant énergique se développe et fait de ce morceau de fer un aimant très-puissant; mais ce courant, au lieu d'être momentané et de se manifester dans un sens différent, est au contraire *permanent* et *toujours direct*, du moins dans les corps qui ne sont pas dia-magnétiques.

Nous admettons bien qu'une force que, dans notre ignorance de son action précise, nous avons appelée *force coercitive*, isole

Digitized by Google

en quelque sorte les spires de l'hélice magnétique et empêche la recomposition des éléments de courant dont est formé le courant magnétique, mais il est évident que cette hypothèse n'explique en aucune façon la différence qui existe entre les deux modes d'induction de l'aimant dynamique sur le fer et sur l'hélice métallique fermée. Or, cette cause, indépendamment de l'influence polarisante dont nous avons parlé, pourrait dans certaines circonstances être attribuée à ce que dans un cas (celui de l'hélice fermée), l'action inductive se manifeste à la surface des fils de cette hélice, comme nous l'avons expliqué précédemment, ce qui donne lieu à un *courant d'électricité de tension*, tandis que dans le second cas, cette action inductive s'exerce sur les électricités moléculaires intérieures, car *les éléments continus de surfaces opposées* manquent alors, et ne peuvent donner lieu, comme dans le cas précédent, à un développement d'électricité de tension toujours induite de préférence.

D'un autre côté, il faut remarquer que cette action inductive sur les électricités moléculaires inertes des conducteurs ne s'exerce plus d'après les lois ordinaires de la séparation des fluides sur la surface des corps, et je n'en veux pour preuve que l'action réciproque exercée par deux courants parallèles marchant dans le même sens. Pour peu qu'on considère la position relative des électricités séparées dans les tranches moléculaires correspondantes des deux conducteurs, on pourra s'assurer que toutes les électricités de même nom se correspondent, et pourtant il y a attraction des deux courants l'un vers l'autre. Il est donc positif que l'induction électrique à l'intérieur des corps se fait d'une manière différente, et ce fait n'a rien de surprenant, si l'on réfléchit que les conditions d'existence et de manifestation du courant sont différentes dans les deux cas. Il ne suffit pas, en effet, pour qu'un courant se manifeste, qu'il y ait aux deux extrémités du conducteur production des deux électricités, même

Digitized by Google

de celles qui se développent dans la pile, il faut encore que ces électricités se trouvent dégagées de telle manière que la production de l'une soit la conséquence de la production de l'autre ; la preuve, c'est qu'en unissant métalliquement le pôle positif d'une pile au pôle négatif d'une autre pile, il n'y a pas de production de courant, et pour l'obtenir dans ce cas, il faut unir l'élément décomposant (l'eau acidulée dans les piles de Buntzen) dans laquelle plonge le pôle négatif de l'une des piles au pôle positif de l'autre pile, ou établir une communication métallique entre les charbons et les zincs, et alors, ce cas revient à l'emploi d'une seule pile.

Ces conditions de l'existence du courant voltaïque sont, comme il est facile de le comprendre, la conséquence de l'inertie des électricités moléculaires que nous avons admise. Or, pour peu que nous considérions que chaque extrémité du conducteur d'un pareil courant, à partir de ses points de contact avec les pôles de la pile, doit posséder une électricité de nom contraire à celle du pôle correspondant, on arrive à conclure que, si une influence d'induction doit se manifester sur les électricités moléculaires des corps conducteurs, elle doit agir de telle sorte que les tranches moléculaires du conducteur induit qui correspondent à ces deux extrémités du circuit voltaïque, doivent être électrisées en sens contraire de celles de ce circuit, et doivent représenter par conséquent les pôles d'une pile dont le corps induit serait le conducteur, et dont le sens du courant serait précisément le même que celui du circuit voltaïque. Je me suis servi des mots *extrémité du circuit* pour exprimer matériellement ma pensée, mais on peut concevoir que chaque tranche moléculaire est exactement dans le même cas, et par conséquent doit agir de la même manière. Ainsi, quand l'induction ou l'électrisation se porte sur les molécules intérieures des corps, la ligne suivant laquelle s'opèrent les décompositions électriques est dans le sens de la

Digitized by Google

section du conducteur, tandis qu'elle est dans un sens perpendiculaire quand l'électrisation se porte sur les molécules superficielles.

D'après l'explication que nous avons donnée de l'action inductive des aimants dynamiques sur les corps magnétiques, il doit s'ensuivre qu'une cause étrangère, analogue à l'action de la pile, étant donnée, elle peut créer par induction, dans certaines conditions, un courant qui aura toutes les propriétés des courants voltaïques, si *l'influence*, et par ce mot nous entendons ici l'action à distance, peut se manifester sur des corps dépouillés de force coercitive qui ne donnent pas de prise au développement de l'électricité de tension, et dont on pourra, par un moyen quelconque, isoler l'effet induit pour qu'il n'y ait pas confusion entre tous les éléments de courants surexcités. Or, un élément quelconque d'un courant magnétique exerce exactement la même action qu'une pile, un disque métallique très-large, par rapport à cet élément de courant, réunit bien les conditions susénoncées pour ne pas laisser de prise au développement de l'électricité de tension : il ne s'agit donc que de trouver le moyen de présenter successivement une série de points métalliques différents à cet élément du courant magnétique pour que l'action se manifeste. Or c'est ce à quoi sont parvenus MM. Nobili et Antinori, en faisant tourner très-rapidement un disque métallique au-dessous du pôle d'un aimant très-puissant, et ils ont effectivement reconnu que les parties du disque, en s'avançant vers le pôle de l'aimant, se trouvaient sillonnées par deux courants en sens inverse l'un de l'autre, qui se manifestaient dans le voisinage de l'aimant, et qui étaient dirigés dans le même sens que le courant magnétique à l'égard de leur position respective. De plus, ils ont constaté que ces mêmes parties du disque, en s'éloignant de l'aimant possédaient des courants précisément inverses aux premiers, ce qui doit être, d'après la manière même dont la cause inductive agit

Digitized by Google

et cesse d'agir à l'égard des différentes molécules qui se trouvent induites successivement.

Ainsi, comme on le voit, l'induction des courants sur les corps métalliques est différente suivant que ces corps présentent ou ne présentent pas d'éléments continus de surfaces opposées propres au développement de l'électricité statique : dans le premier cas, c'est un courant d'électricité statique, dans le second c'est un courant d'électricité dynamique.

Cette curieuse expérience de MM. Nobili et Antinori explique à elle seule le phénomène de la rotation de l'aiguille aimantée sous l'influence de disques métalliques mis en mouvement, constaté pour la première fois par M. Arago. Car, pour peu qu'on suive la disposition de ces courants induits par rapport au courant magnétique, on comprendra aisément que les attractions et répulsions qui doivent en résulter, ont pour effet de faire tourner l'aiguille qui est mobile.

Je n'entrerai pas dans de plus grands détails sur ces phénomènes d'induction qui constituent aujourd'hui une des branches les plus intéressantes et les plus fertiles en observations de la physique, car je m'écarterais beaucoup du but que je me suis proposé. Je renverrai donc les amateurs de ce genre d'étude aux travaux de MM. Faraday, Henry, Abria, de Larive et Masson qui se sont particulièrement occupés de ces questions.

QUELQUES MOTS SUR LA THÉORIE DU MAGNÉTISME STATIQUE.

Si d'après la connaissance que nous avons prise de l'élément constitutif des aimants et des divers modes d'induction que cet élément opère sur les corps magnétiques et non magnétiques,

Digitized by Google

nous cherchons à nous rendre compte du magnétisme statique qui a fait l'objet de la première partie de ce mémoire, nous verrons intervenir un nouvel élément dont nous ne nous sommes guère préoccupé dans toute notre théorie du magnétisme dynamique, mais qui agit statiquement dans ses rapports d'induction à l'égard des corps magnétiques. Ce sont précisément les deux pôles des aimants.

Nous savons qu'une hélice métallique dans laquelle circule un courant électrique, de même que l'hélice magnétique, constitue un aimant ayant deux pôles et une ligne neutre. Nous savons que ces deux pôles sont des centres d'action attractive qui agissent différemment sur l'aiguille aimantée, parce que le courant magnétique circule, à ses deux extrémités, dans un sens opposé par rapport à un point fixe qui leur serait successivement présenté. Nous comprenons encore que cette action se manifeste aux deux extrémités de l'hélice. Mais pourquoi les pôles ne sont-ils pas situés précisément aux extrémités des aimants? Pourquoi les lignes de force magnétiques rayonnent-elles autour de ces deux centres d'action pour venir se rejoindre, et réunir ainsi un pôle à l'autre? Pourquoi l'action attractive se manifeste-t-elle de beaucoup en deçà des pôles lorsque, d'après les lois que nous avons étudiées, toutes les spires de l'hélice magnétique, qui sont, comme nous l'avons dit, autant d'aimants individuels, devraient avoir leur effet magnétique neutralisé par leur action réciproque? Pourquoi les aimants dynamiques ont-ils leurs pôles plus rapprochés de leurs extrémités et leur région neutre plus étendue? Ce sont des questions bien difficiles à pénétrer; pourtant parmi les diverses causes qui doivent influer, il en est une qui ne peut manquer d'agir d'une manière puissante, et à laquelle doivent se rapporter en partie les phénomènes d'induction directe des aimants sur le fer doux. C'est la réaction de l'hélice magnétique sur elle-même.

Nous avons vu en effet que les spires d'un aimant dynamique

Digitized by Google

réagissaient sur elles-mêmes en créant un courant d'induction de tension à leur surface : on doit donc supposer que les spires de l'hélice magnétique doivent aussi exercer une action d'induction sur elles-mêmes ; mais comme les éléments continus de surfaces opposées leur manquent, cette action ne peut s'exercer qu'en renforçant le courant magnétique et en *infléchissant* de telle manière les tranches de séparation des électricités moléculaires au moment de leur décomposition, qu'il y ait équilibre entre toutes les influences électriques exercées. Pour peu qu'on réfléchisse à cette question, on s'assurera que cette inflexion doit correspondre à la diagonale qui fait avec le plan des spires un angle de 45°. Il en résulte que les électricités, quoique séparées moléculairement, se présentent aux deux extrémités de l'hélice de telle façon que toutes les électricités positives agissent d'un côté, et toutes les électricités négatives de l'autre, et c'est bien certainement cette double influence qui donne naissance aux lignes de force magnétique dont nous avons constaté la double polarité.

Il résulte de cette réaction des spires de l'hélice magnétique sur elle-même, que l'induction exercée par ses pôles sur le fer doux doit être telle que les électricités en présence du corps inducteur et du corps induit soient de nom contraire, mais dans cet état elles se trouvent *maintenues* l'une par l'autre comme dans un condensateur, car elles ne sont pas développées à la surface de l'aimant comme nous l'avons prouvé. Il arrive donc que le courant magnétique de l'aimant est suspendu, et que les décompositions successsives qui s'opèrent dans le fer induit ont pour résultat définitif de repousser vers la surface opposée à l'induction, ainsi que vers tous les autres points de la périphérie sur lesquels l'induction ne s'opère pas, tout le fluide électrique de nom centraire à celui primitivement attiré.

Cette réaction est si vraie qu'un barreau d'acier, ayant été aimanté très-également, c'est-à-dire de manière à rendre parfaite-

Digitized by Google

ment égal l'effet attractif tout autour de ses pôles, aura son influence magnétique changée, si on laisse pendant quelque temps placé parallèlement auprès de lui un barreau de fer doux. L'action des pôles sera devenue en effet beaucoup plus vive du côté où ils ont subi l'influence du magnétisme réfléchi par le fer. Donc tout étant resté dans les mêmes conditions de direction, le courant magnétique s'est trouvé tellement influencé que la direction des tranches de décompositions et recompositions électriques moléculaires dans le courant, a subi une notable déviation. Quant à la cessation du mouvement du courant magnétique, elle nous est suffisamment prouvée par la machine magno-électrique de MM. Breton frères dont nous avons parlé page 13.

En partant de ce raisonnement, tous les faits que nous avons signalés dans le chapitre du magnétisme statique peuvent être facilement expliqués. Il est pourtant encore un point que je dois éclaircir, c'est celui de la neutralisation des spires magnétiques et des molécules électrisées à l'intérieur des corps.

Nous avons dit qu'à partir des extrémités de l'hélice magnétique, l'effet magnétique des spires se trouvait neutralisé par leur action réciproque; pourtant, si nous nous reportons à l'expérience par laquelle nous avons prouvé que deux courants électriques pouvaient se neutraliser en apparence dans un conducteur commun, sans pour cela se détruire, on pourrait conclure par analogie que dans le cas où les électricités sont développées moléculairement, par couches successives, comme nous venons de le reconnaître pour les spires de l'hélice magnétique, elles pourraient propager leur influence à travers les différentes couches moléculaires dans le sens opposé à leur séparation, c'est-à-dire, dans le sens de l'axe de l'aimant. Il en résulterait que la tension électrique des aimants se trouverait successivement accrue, jusqu'à ce que la distance fût suffisamment grande pour annihiler ces

Digitized by Google

influences. C'est, du reste, la seule manière d'expliquer l'étendue qu'occupent les pôles des aimants persistants, la force qu'ils acquièrent par leur allongement jusqu'à une certaine limite, après laquelle elle reste la même, les différences qu'ils présentent, relativement aux aimants dynamiques, enfin l'accroissement de force de l'attraction magnétique quand la masse des armatures augmente.

CONCLUSION.

Toute la théorie du magnétisme statique et du magnétisme dynamique, qui fait l'objet de ce Mémoire, peut se résumer dans les principes suivants :

1° Toutes les molécules des corps possèdent les deux électricités; mais, comme l'action de l'une détruit l'action de l'autre à leur état de combinaison, elles ne peuvent manifester leur présence que quand une cause étrangère détermine leur séparation.

2° Cette cause étrangère peut agir par influence ou par communication; mais, quel que soit son mode d'action, elle a un effet différent, suivant que cette action se porte sur les électricités des molécules superficielles des corps ou sur les électricités des molécules intérieures.

3° Dans leur séparation à la surface des corps, les électricités se déplacent et viennent s'accumuler sur des *surfaces opposées*, suivant leurs lois d'attraction et de répulsion, pourvu toutefois que les corps ainsi influencés soient suffisamment isolés.

4° A l'intérieur des corps ce déplacement est impossible, et la décomposition des électricités ne peut s'opérer que moléculairement, c'est-à-dire par voie de décompositions successives de molécule à molécule, ce qui rend l'isolement des corps d'autant plus facile dans ce cas, que les électricités ainsi développées ne sont pas à l'état de *tension*.

Digitized by Google

5° De là les deux modes de manifestation électrique qui constituent l'électricité à l'état statique et l'électricité à l'état dynamique, modes tout à fait différents quant aux effets exercés, mais qui peuvent être développés simultanément et indépendamment l'un de l'autre sur un même corps.

6° Quand la séparation des fluides s'opère par influence, il faut, pour qu'elle agisse à la surface des corps ou sur leur électricité statique, que la cause agissante, c'est-à-dire l'électricité développée sur le corps par l'intermédiaire duquel on agit, occupe elle-même une surface suffisamment grande, pour que son effet puisse se faire sentir sur une partie considérable de la surface du corps qui le subit. Mais si, au contraire, elle n'agit que sur un point d'une surface très-développée, ne fournissant pas d'*éléments continus de surfaces opposées* propres au développement de l'électricité de tension, l'influence électrique s'opère moléculairement, c'est-à-dire de telle manière que la molécule influencée réagit sur les molécules qui la touchent soit à l'intérieur, soit à l'extérieur; celles-ci, à leur tour, réagissent sur leurs voisines, et ainsi de suite, de proche en proche, jusqu'à ce que le conducteur entier ait participé à cette première influence. Ceci, du reste, n'a rien d'absolu, et il est évidemment des circonstances qui tiennent à la nature des corps, ou au sens dans lequel sont influencées les molécules qui les composent, qui favorisent l'un ou l'autre des deux modes d'action, et dont il est bien difficile de se rendre compte.

7° Il résulte de cette différence d'action que les électricités étant développées sur un fil métallique par une influence à l'état de tension, elles se trouvent distribuées sur la périphérie de ce fil, perpendiculairement à sa section ou parallèlement à sa surface, l'une sur la demi-périphérie du côté de la cause inductive, l'autre sur la demi-périphérie opposée; tandis qu'étant développées moléculairement, la ligne de recomposition est

Digitized by Google

dans le sens de la section du fil ou perpendiculairement à sa surface (1).

8° Un courant résulte de la recomposition des deux électricités, quand la cause qui les maintenait séparées n'agit plus, ou quand elles se recomposent à mesure qu'on les sépare. En unissant par conséquent les deux armatures d'une bouteille de Leyde, ou en faisant communiquer les coussins d'une machine électrique à ses conducteurs, ou en faisant même communiquer le conducteur d'une machine avec le sol, on obtient un courant d'électricité statique. A l'intérieur des corps, les choses se passent d'une manière analogue; mais c'est à la suite d'une série de décompositions successives que l'électricité de même nom que la cause déterminante se trouve transmise aux extrémités du conducteur; il faut donc, pour qu'il y ait création d'un courant, que l'électricité de nom contraire qu'on fait agir pour opérer la neutralisation du fluide développé dans le conducteur, résulte elle-même de la production de l'autre électricité que nous avons considérée comme cause déterminante. Sans doute, si on pouvait forcer un courant à suivre une direction constante ou à ne pas se *bifurquer*, on pourrait obtenir avec une seule électricité agissant moléculairement un courant *permanent*, qui survivrait même à la cause agissante; car, en soudant l'extrémité du conducteur, précisément au point correspondant à la première tranche moléculaire influencée, on déterminerait une neutralisation, qui aurait pour effet subséquent une décomposition: mais comme il ne peut pas en être ainsi, il faut que cette cause productrice agisse d'une manière *double*, c'est-à-dire que les deux électricités contraires agissent aux deux extrémités du conducteur.

9° Toute action mécanique n'ayant d'effet qu'à la superficie des corps ne peut agir *directement* sur leurs électricités molé-

(1) *De là, la double polarité des lignes de force magnétique.*

Digitized by Google

culaires intérieures, il faut pour cela qu'il y ait action chimique, et c'est effectivement ce qui se passe dans la pile.

10° Si la création d'un courant permanent est impossible par l'action directe de l'électricité, à cause de l'impuissance dans laquelle nous sommes de faire suivre à un courant une direction fixe, elle devient au moins supposable, si la cause inductive agit par influence. Alors le circuit peut être entièrement fermé, et les décompositions et recompositions peuvent s'effectuer dans le même sens, mais il faut pour cela que le corps induit ne présente pas d'éléments continus de surfaces opposées propres au développement de l'électricité de tension, et qu'il possède une force coercitive telle que les divers éléments du courant induit puissent se manifester sans confusion dans l'ordre de leur création. Or c'est précisément ces conditions que remplissent les corps magnétiques, quand ils sont entourés d'une hélice voltaïque, et telle est l'origine des aimants qui peuvent devenir persistants, si leur force coercitive, après avoir été surexcitée par le courant inducteur, reste développée.

11° Puisqu'un courant électrique peut créer par induction un courant dans les corps magnétiques, il doit s'ensuivre que le faisant agir sur des corps non magnétiques dans lesquels on aura suppléé à la force coercitive qui leur manque, par une disposition particulière exerçant le même effet, on doit obtenir également un courant d'induction analogue aux courants voltaïques. C'est effectivement ce à quoi sont parvenus MM. Nobili et Antinori, en faisant tourner très-rapidement un disque métallique sous le pôle d'un aimant. Seulement ces courants ne pouvant se propager dans une direction constante, ne pouvaient être signalés que dans le voisinage de la cause agissante.

12° Si, au lieu de faire agir un courant sur des corps ne présentant pas d'éléments continus de surfaces opposées, on exerce son influence sur un fil assez fin et assez replié sur lui-même

Digitized by Google

pour que l'électricité de tension puisse se développer à sa surface sous l'influence des électricités successivement développées dans le courant inducteur, il se forme sur les deux demi-périphéries opposées de ce fil deux courants qui, d'après l'ordre des décompositions et recompositions, sont en sens inverse, mais dont l'un se manifeste avant l'autre dans le moment infiniment court où commence l'action inductive. Il en résulte que la manifestation du courant n'est pas continue, et ne peut être constatée qu'au commencement et à la fin de l'action du courant inducteur. Telle est l'origine des courants d'induction que les aimants comme les courants voltaïques peuvent produire et qui ne sont que des courants d'électricité de tension.

13° En vertu de ces réactions d'induction une hélice métallique dans laquelle circule un courant voltaïque, doit réagir sur elle-même en créant un courant d'induction qui existe simultanément avec le courant voltaïque.

14° Par la même raison, l'hélice magnétique doit réagir sur elle-même, mais comme les éléments continus de surfaces opposées lui manquent, l'action inductive ne peut que contribuer à renforcer le courant et en même temps à faire prendre aux électricités moléculaires du circuit magnétique, au moment de leur séparation, une disposition qui puisse satisfaire aux conditions d'équilibre de toutes les réactions exercées. Or, cette disposition est remplie si l'on suppose la section de chaque tranche moléculaire selon laquelle s'est effectuée la décomposition des électricités, inclinée à 45° sur le plan des spires de l'hélice magnétique. Alors chaque extrémité de l'hélice magnétique présente une électricité différente.

15° Il en résulte que les deux pôles d'un aimant agissent sur les corps magnétiques, en attirant vers la surface induite les électricités de nom contraire de chaque molécule, de telle sorte que les électricités de même nom se trouvent refoulées molécu-

Digitized by Google

lairement, de proche en proche, dans tous les sens opposés à l'action inductive et manifestent leur présence à l'extérieur, par influence. Mais comme dans cette séparation des fluides du corps induit il y a réaction sur les électricités moléculaires en mouvement de l'aimant, il arrive que les électricités en présence de part et d'autre sont à l'état de tension comme dans un condensateur, et que le courant magnétique se trouve momentanément suspendu. La force coercitive ne sert alors que pour maintenir les actions exercées et empêcher les recompositions latérales.

16° Puisqu'un courant agissant par induction sur les molécules intérieures des corps crée un courant de même nature que lui et dirigé dans le même sens, il doit s'ensuivre que deux courants préexistants marchant dans le même sens doivent s'attirer, et par contre que deux courants marchant en sens contraire doivent se repousser.

NOTES.

I.

Extrait d'une lettre adressée à M. Arago en octobre 1852.

Monsieur le Secrétaire,

Au moment de vous envoyer le Mémoire que je vous avais annoncé, j'ai eu occasion de faire deux observations intéressantes que j'ai dû poursuivre, afin de compléter mon travail. L'une de ces observations concerne les courants greffés, dont je vous envoie un extrait pour les Comptes-rendus, et l'autre le dia-magnétisme. Malheureusement je suis mal outillé pour ce dernier genre de recherches; mais il m'a semblé que cette question si débattue en ce moment n'a pas été examinée sous toutes ses faces, et je ne vois dans toutes les expériences qu'on a citées, que la question de polarité qui semble faire différer le dia-magnétisme du para-magnétisme. Il serait pourtant important de savoir si cette polarité particulière entraîne le changement de sens du courant magnétique, car d'après ma théorie du magnétisme statique, la polarité des corps magnétiques ne dépend pas *exclusivement* du sens du courant, surtout par rapport aux attractions et aux répulsions. En effet, je

Digitized by Google

prouve que l'hélice magnétique doit réagir par induction sur elle-même comme une hélice métallique dans laquelle circule un courant voltaïque ; seulement, comme cette induction ne rencontre pas de surfaces opposées propres au développement de l'électricité de tension, elle ne peut agir qu'en infléchissant les lignes de recompositions électriques moléculaires, de telle manière qu'il y ait équilibre entre toutes les actions exercées de part et d'autres des différentes spires de l'hélice magnétique. Il en résulte qu'aux deux extrémités de cette hélice ou aux deux pôles, les décompositions et recompositions électriques qui propagent le courant, s'opèrent de telle manière que c'est une électricité différente qui agit extérieurement ; c'est même la seule manière d'expliquer la double polarité des lignes de force magnétique si savamment étudiées par M. Faraday. Or, cette inflexion des lignes de recompositions électriques peut se faire aussi bien dans un sens que dans l'autre, et satisfaire également aux lois d'équilibre dont nous avons parlé. Pourquoi le sens de cette inflexion ne dépendrait-il pas de la nature des corps magnétiques?... si le courant magnétique dans les aimants diamagnétiques est dans le sens du courant voltaïque qui les a fait naître, il est évident que leur polarité contraire ne peut être expliquée que de cette manière . . . . . .

II.

Voici deux faits assez curieux dont je n'ai pas trouvé occasion de parler dans le cours de ce Mémoire, et qui sont très-importants à connaître :

1° *Dans l'appareil inducteur de Rumkorff*, l'étincelle peut être provoquée à distance par un corps étranger, sans que dans cette action il y ait continuité du circuit parcouru par le courant ; mais cet effet ne se fait remarquer qu'à l'une des extrémités du fil induit seulement. Ainsi, en prenant l'excitateur d'une bouteille de Leyde et présentant à cette extrémité l'une des boules, l'étincelle se manifeste sans que l'autre branche de l'excitateur soit en contact avec l'autre bout du fil induit. Il est vrai que cette étincelle est alors moins forte que dans ce dernier cas.

2° Un autre fait assez curieux, c'est que le pôle positif et le pôle négatif d'une pile n'agissent pas de la même manière à l'égard de la chaleur et de la lumière développées par le courant ; la lumière se porte primitivement à l'un de ces pôles, tandis que c'est la chaleur qui se montre à l'autre. (Voir *le Cosmos* de M. l'abbé Moigno, 2e semestre.)

Digitized by Google

ANALYSE

DES

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ.

Séance du 20 septembre 1852.

GÉOLOGIE.—M. J. David a présenté à la Société un morceau de Schiste argileux, noir, compact, traçant et imprégné de sulfure de fer, car cette pierre déposée dans un endroit humide s'est couverte d'aiguilles cristallines blanchâtres de sulfate de fer. M. Bertrand-Lachênée indique le gisement de cette roche, qui se trouve dans une carrière de Vasteville.

MINÉRALOGIE. — M. David a fait en outre hommage à la Société de quelques échantillons de Strontianite qu'il a trouvés dans le talc, variété stéatite, dont le gisement est situé au dessous des falaises de Gréville. Cette découverte sera de la part de M. David, l'objet d'un rapport détaillé à la Société.

PALÉONTOLOGIE. — M. Emm. Liais a fait hommage à la Société d'une empreinte de Trilobite, qu'il a trouvée dans la carrière sud-ouest de la montagne du Roule, sur un point où la roche passe au schiste ardoisier.

TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE. — M. A. Le Jolis lit une note relative à un phénomène intéressant qu'il a observé à Cherbourg, et qui se rattache au même ordre de faits que ceux dont M. Gaudichaud a entretenu l'Académie des Sciences, le 17 mai

Digitized by Google

dernier. Il s'agit d'un *Rosier capucine* (variété bicolore du *Rosa eglanteria, L.*, à fleurs jaunâtres à l'extérieur et d'un beau rouge capucine à l'intérieur), lequel, pendant plusieurs années consécutives, a constamment produit sur une même branche des fleurs unicolores d'un jaune de soufre et semblables à celles du *Rosa eglanteria* type, tandis que les autres rameaux continuaient à se couvrir des fleurs bicolores qui distinguent la variété capucine. Le fait le plus frappant dans ce retour vers la forme typique est la localisation exclusive du phénomène dans une partie circonscrite de l'arbuste.

PHYSIQUE. — M. Th. Du Moncel a présenté à la Société quatre appareils nouveaux de son invention. Le premier est un électro-moteur fondé sur le principe de l'attraction d'un courant électrique roulé en hélice, sur un morceau de fer doux. Un cylindre de fer doux mobile est placé dans l'intérieur de deux hélices métalliques, et le courant électrique, passant alternativement dans chacune d'elles, détermine un mouvement de va et vient de ce cylindre. La transformation en mouvement circulaire continu s'opère comme dans une machine à vapeur à cylindre oscillant. Le second appareil, fondé sur le même principe d'attraction, est destiné à produire un mouvement rectiligne de longueur indéfinie, de la part de trois hélices, sur un fil métallique composé alternativement de cuivre et de fer doux. Le troisième appareil est une machine de Clarke munie d'un nouveau système de commutateur. Enfin, le quatrième appareil est destiné à démontrer plusieurs lois nouvelles de l'action des courants électriques rectilignes, circulaires et héliçoïdaux sur les aimants. M. Du Moncel expose quelques-unes de ces lois et fait connaître à la Société sa nouvelle théorie du magnétisme et des affinités des électricités statique et dynamique. L'impression du Mémoire exposant cette théorie, dont une partie a été publiée dans le compte rendu de l'Académie des Sciences,

Digitized by Google

est votée par la Société. Elle repose sur le principe suivant : une cause susceptible de déterminer la séparation des électricités a un effet différent suivant qu'elle se porte sur les électricités des molécules superficielles ou des molécules intérieures des corps. Dans le premier cas, il y a électricité statique; dans le second cas, électricité dynamique.

Séance du 11 octobre 1852.

GÉOLOGIE. — M. Bertrand-Lachênée a lu une *Notice géognostique* sur Tollevast, dans laquelle, après avoir rappelé que la partie orientale, et en même temps la plus accidentée, dépend du bassin secondaire du Trottebec, tandis que les autres parties appartiennent au grand bassin de l'Ouve, il indique que les terrains qui constituent le sol de cette commune, se composent de roches argileuses, cristallines et clastiques, ces dernières les plus communes. Ils appartiennent tous à la série des terrains stratifiés ou neptuniens et aux trois périodes : primitive, intermédiaire et alluviale. Les périodes secondaires et tertiaires ne s'y trouvent pas représentées. Comme les formations qu'on y rencontre, oscillent fréquemment entre elles et passent insensiblement de l'une à l'autre, la distinction ne peut en être toujours très-rigoureuse. La formation phylladique présente en quelque sorte deux étages : la partie inférieure, qui se montre rarement, composée de roches dures et très-compactes, est essentiellement primordiale; la partie supérieure passant à la grauwacke schisteuse ou au schiste argileux, forme un terrain de transition. On peut encore attribuer à la période primitive le quartz grenu, les quartzites des côteaux d'Ombre et quelques grès quartzeux. Il faut rapporter à l'époque intermédiaire les schistes argileux feuilletés du centre, ceux du sud, souvent mélangés avec les schistes phyllades, les grès passant à la

Digitized by Google

grauwacke et la plus grande partie des grès quartzeux, presque toujours micacés ou empreints d'hydroxide de fer. Enfin à la période alluviale appartiennent le sédiment de Marette, les argiles et les limons d'attérissement de la vallée d'Ombre.

PHYSIQUE. — M. Th. Du Moncel a communiqué les résultats d'expériences qu'il vient de faire sur les courants greffés. Les lois de ces courants obtenues ainsi expérimentalement sont exactement les mêmes que celles que fournit le calcul d'après les lois des courants électriques trouvées par M. Pouillet, en considérant les courants greffés comme des courants dérivés. Il a indiqué ensuite quelques considérations sur le diamagnétisme et le paramagnétisme, d'après lesquelles il lui semble qu'il n'y a pas dans ces deux phénomènes renversement du courant qu'il admet dans sa théorie du magnétisme.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — M. Du Moncel a présenté ensuite à la Société un compteur de son invention pour une horloge électrique.

ASTRONOMIE. — M. Emm. Liais a lu un *Mémoire* sur un bolide brillant qu'il a observé à Cherbourg, le 18 novembre 1851, et qui a été remarqué sur plusieurs autres points du département de la Manche. De la discussion des observations, il a déduit la position de la trajectoire réelle dans l'atmosphère. Le calcul de la résistance de l'air lui a fait voir que pour expliquer les variations observées du mouvement angulaire, il fallait admettre que le diamètre réel diminuait dans l'atmosphère et était beaucoup plus petit que celui que l'on aurait calculé d'après le diamètre apparent. Il a présenté une explication de ce phénomène, à l'appui de laquelle il a fait plusieurs citations ; puis il a cherché une formule pour calculer la résistance de l'air sur un corps qui se consume. L'emploi de cette formule a permis de retrouver la vitesse du bolide à son entrée dans l'atmosphère, et il en résulte qu'il décrivait une hyperbole autour de la terre, et avant d'avoir

Digitized by Google

été perturbé par notre globe, une ellipse autour du soleil. Ce Mémoire qui renferme de plus des considérations sur la cause qui fait souvent paraître plus gros les bolides les plus élevés, et qui se termine par quelques conséquences déduites des lois de l'apparition de ces astéroïdes, et par l'exposé d'une nouvelle méthode d'observation, a été admis à l'impression dans les *Mémoires* de la Société.

Séance publique du 29 octobre 1852.

M. Th. Du Moncel, président de la Société, prononce un discours d'ouverture, imprimé dans ce volume. Plusieurs Membres lisent ensuite divers articles, mis autant que possible à la portée de l'auditoire, sur les sujets suivants :

Botanique. — M. Le Jolis lit un discours ayant pour titre : *Quelques réflexions sur l'étude de la botanique.* L'auteur présente des considérations d'un ordre élevé sur le véritable but de cette science, et la manière dont on doit l'envisager. Après avoir indiqué sommairement l'objet des diverses branches de la botanique, M. Le Jolis fait connaître les phénomènes si remarquables observés récemment dans la reproduction des algues; il donne une description comparée des anthéridies et des zoospores, et termine par de hautes considérations de philosophie naturelle sur l'extrême analogie des animaux et des végétaux inférieurs, entre lesquels on ne peut tracer une ligne de démarcation précise.

Chimie organique. — M. Delioux de Savignac lit un travail intitulé : *Considérations sur le vin et l'alcool.* Il présente dans une analyse claire et méthodique, la théorie de la transformation vineuse et de la fermentation alcoolique. L'auteur adopte les idées de Liebig sur les ferments et les fermentations dont il donne une définition. Il expose comment la glucose donne naissance à l'alcool ainsi que les matières

Digitized by Google

ternaires saccharifiables qui passent préalablement par l'état de dextrine. Il met en regard la composition simple des eaux-de-vie et celle très-complexe des vins, signalant toutes les substances que l'analyse décèle dans ceux-ci. Il insiste sur la bonification que les procédés de conservation et l'âge surtout impriment aux vins riches en alcool, tandis que ceux dans lesquels ce principe est moins abondant, dépérissent peu à peu. L'auteur pense que la classification des vins doit être à la fois chimique, hygiénique et médicale, et il propose la suivante qu'il a développée antérieurement dans ses cours :

1° *Alcoolisés secs.* — Alcool prédominant, peu d'arôme et de matière colorante, stimulants et diffusibles au plus haut degré, ex. Marsala, Madère, Xerès, Ténériffe, Porto vieux.

2° *Alcoolisés doux.*— Proportion variable d'alcool (forte comme Constance, Muscat du Cap, Malaga; faible comme Lunel, Frontignan), matières sucrées, plus ou moins d'arôme, peu ou point d'acides, coloration du jaune brun au rose rouge.

3° *Rouges.*— Forte proportion de matières colorantes, du tannin : *A.* riche en alcool, Porto nouveau, Roussillon, Provence, excitants et astringents à la fois. *B.* 12 à 15 p. 100 d'alcool, arôme bien développé, toniques et généreux par excellence; ex. Bordeaux et Bourgogne.

4° *Blancs.* — 10 à 14 pour 100 d'alcool, contenant des acides, souvent le carbonique; souvent beaucoup de bouquet, ordinairement agissant comme excitants du système nerveux, et diurétiques; ex. Grave, Sauterne, Barsac, vins du Rhin.

5° *Mousseux.* — 10 p. 100 d'alcool environ, chargés d'acide carbonique, déterminant une ivresse prompte et ordinairement passagère; ex. Champagne, Limoux, certains vins d'Anjou, etc.

Optique. — M. Emm. Liais a lu un discours sur la nature de la lumière. En terminant il a indiqué quelques analogies entre l'accord des couleurs et l'harmonie musicale. Ainsi,

Digitized by Google

quand deux couleurs sont complémentaires, il y a toujours dans la limite des erreurs possibles sur le nombre de vibrations par seconde, quatre vibrations pour l'une dans le même temps que cinq pour l'autre, précisément le rapport qui existe entre les vibrations de deux notes formant une tierce majeure. Le blanc est donc aux couleurs ce que l'harmonie de la tierce est aux sons. Cette relation est d'autant plus frappante que les couleurs complémentaires sont celles dont le rapprochement est le plus agréable; leur voisinage accroît leur éclat réciproque. Au contraire, les couleurs pour lesquelles les nombres de vibrations sont dans le rapport de 8 à 9, telles que le rouge extrême et l'orangé, le rouge moyen et le jaune, etc., se nuisent réciproquement; or ce rapport est précisément dans la musique celui de l'accord si dissonnant de seconde. Vers les deux extrémités du spectre solaire se trouvent le rouge et le violet, deux couleurs qui ont entre elles certaines ressemblances. Le rapport de leurs nombres de vibrations (rouge moyen, violet extrême) est le même que celui de deux notes formant une quinte en musique. Ces relations entre le rouge et le violet rappellent celles de la tonique et de la dominante dans la composition musicale. La lumière solaire est blanche parce qu'elle est formée d'une série de couleurs qui, deux à deux, produisent du blanc.

NAVIGATION SOUS-MARINE. — M. Payerne lit une histoire de la navigation sous-marine, dont il indique les difficultés au nombre de trois principales : 1° Le maintien de la respirabilité de l'air, pour lequel il utilise depuis deux ans les courants des marées ou des rivières. En l'absence d'un courant suffisant, un soufflet muni d'une pomme d'arrosoir fait passer l'air expiré au travers d'une solution alcaline. 2° La propulsion qui a été essayée avec succès, mais qui n'a pas été encore mise en pratique. Elle est obtenue au moyen d'une machine à vapeur munie d'un foyer hermétiquement clos, et

Digitized by Google

dans lequel un mécanisme très-simple introduit le combustible ordinaire. Un corps oxigéné facilement décomposable remplace le courant d'air. 3° Le travail sous l'eau à la fois trop restreint, trop périlleux et d'un coût trop élevé, avec la cloche à plongeur. Le système employé par M. Payerne conjure à peu près tout danger, généralise le travail à volonté parce qu'on peut construire de grands appareils, ce que la nécessité de suspendre les cloches ne permettait pas; enfin il n'élève la dépense des travaux sous-marins qu'au double de ceux qui s'exécutent en plein air. Ni Fulton, ni ceux qui ont poursuivi ses essais, n'ont résolu ces trois difficultés. Ils n'ont obtenu de résultat satisfaisant que pour l'immersion et l'émersion produites par une introduction ou un refoulement d'eau. Le Ministre des travaux publics a donné son approbation officielle au bateau-plongeur de M. Payerne et en a recommandé l'emploi aux ingénieurs. (*Annales des ponts et chaussées de 1851*).

MÉDECINE. — M. Massieu lit un parallèle entre Broussais et Laënnec. Après avoir rapidement analysé le génie, le caractère, les travaux et l'influence de ces deux illustres médecins, il cherche à mettre en lumière cette conclusion que Broussais, en niant, du point de vue physiologique, la plupart des maladies, en réduisant autant que possible leurs causes à une seule, l'irritation, leur siége à un organe, l'estomac, leur traitement à la médication débilitante, Broussais avait porté un coup funeste à la pathologie et à la thérapeutique; tandis que Laënnec, appuyé sur l'anatomie pathologique, avait, en multipliant les genres et les espèces, réhabilité tout-à-la-fois l'étude des maladies particulières et l'emploi des médicaments spéciaux.

Digitized by Google

MÉMOIRE

SUR UN BOLIDE

OBSERVÉ DANS LE DÉPARTEMENT DE LA MANCHE,

le 18 Novembre 1851,

Par M. Emm. LIAIS.

Le 18 novembre 1851, à $6^h\ 31^m$ du soir, on a aperçu sur plusieurs points du Nord du département de la Manche, un éclatant bolide qui a offert la particularité de présenter sur des points peu distants, des trajectoires apparentes très-dissemblables, ce qui prouve qu'il était peu élevé au-dessus du sol. J'ai vu ce bolide à Cherbourg, et je puis constater que de 6 à 8 heures du soir, il n'a pas paru d'autre bolide brillant, car pendant tout ce temps, je suis resté dans mon jardin, d'où je vois la totalité du ciel. Je ne puis donc garder aucun doute sur l'identité du météore qui a donné lieu aux diverses observations qui m'ont toutes été indiquées comme ayant été faites vers $6^h\ 30^m$, bien qu'on n'en ait pas noté l'heure exacte, que j'ai seul déterminée.

Des alignements pris sur les étoiles m'ont donné pour coordonnées du point d'apparition pour moi : ascension droite 42° 25' ; déclinaison boréale 0° 37' : et, pour coordonnées du point de disparition : ascension droite 16° 18' ; déclinaison australe 23° 15'. Cet intervalle a été parcouru par le bolide en 7^{sec}, 5, la moitié environ dans les trois premières se-

Digitized by Google

condes, avec un mouvement angulaire sensiblement constant, cependant plutôt moindre pendant la première. D'après mes souvenirs, je l'évalue approximativement aux $\frac{2}{3}$ de ce qu'il aurait été s'il y avait eu uniformité pendant ces trois secondes. A partir de la moitié environ de la trajectoire apparente, le mouvement s'est ralenti d'abord lentement, pour se réduire ensuite à la moitié ou au tiers de ce qu'il était pendant la première moitié de la course. Le diamètre apparent du bolide ne peut être évalué à moins de 4 à 5 minutes; il diminuai vers la fin de la trajectoire; le globe était aussi moins brillant. Tout le temps de l'apparition, le bolide très-blanc a été suivi d'une trainée rouge, étroite, de 40 minutes environ de longueur et un peu conique, la base du cône dirigée vers le météore. Ce globe a disparu pour moi derrière une maison éloignée, à peu de hauteur au-dessus de l'horizon. C'est la clarté qu'il répandait sur le sol qui a appelé mon attention et me l'a fait apercevoir. J'évalue à deux secondes le temps compris entre l'instant où j'ai commencé à voir cette lueur, et celui où j'ai aperçu le bolide.

Ainsi, à Cherbourg, je voyais le météore marcher de l'Est vers le Sud, en même temps qu'il s'approchait de l'horizon. A Bricquebec, au contraire, à 20 kilomètres Sud, il a été vu courant de l'Est au Nord, en même temps que sa hauteur diminuait, tandis qu'à Teurthéville-Hague, près de l'Église à 10 kilomètres Sud-Ouest, il paraissait s'abaisser verticalement du côté de l'Est. Sur un point de Tourlaville, situé à 6250^{m} dans le S. 23° E. de la position que j'occupais et à 126' d'altitude au-dessus, le bolide marchait, comme à Cherbourg, de l'Est vers le Sud, mais, au lieu de s'abaisser vers l'horizon, il s'éleva d'abord, et il courait horizontalement, tendant plutôt à descendre qu'à monter, lorsqu'il disparut derrière le pignon d'une grange, très-près du faîte, pour la personne qui m'a fourni ce renseignement et qui regardait

Digitized by Google

par une porte qu'elle m'a montrée. Bien que cette personne soit étrangère aux Sciences, son observation a une grande valeur, parce qu'elle m'a indiqué d'une manière précise le point derrière lequel a eu lieu la disparition. La direction de ce point est le S.E. 2 à 3° S., et sa hauteur, que j'ai déterminée également du point d'observation, est de 17°. Nous avons donc en ce point la direction de la plus grande hauteur du bolide qui est le S.E. à très-peu près, et cette plus grande hauteur. Il en résulte que la portion visible de la trajectoire réelle que l'on peut regarder comme sensiblement droite, était renfermée dans un plan passant par ce point, incliné de 17° à l'horizon S.E., et dont la trace était dirigée du N.E. au S.O. Ce plan en rencontre un autre mené du point que j'occupais, par les points d'apparition pour moi et de disparition du bolide, suivant une ligne droite inclinée à l'horizon de 13° 40' et dont la projection horizontale est dirigée dans l'E. 7° 56' S.; le point de rencontre de cette ligne avec la surface terrestre est à 7650^{m} S. de ma position, à l'Est de l'église de Tollevast. Cette direction s'accorde très-bien avec l'apparence de la trajectoire vue de Teurthéville, car sa projection prolongée passe près de ce point, de sorte que le bolide devait y paraître s'abaisser verticalement, comme on l'a effectivement remarqué. A Bricquebec, au sud de la trajectoire que je viens d'obtenir, le bolide devait, comme on l'a également remarqué, paraître courir de l'Est au Nord, en même temps que sa hauteur diminuait. Cette trajectoire rend donc très-bien compte de toutes les apparences.

Je n'ai pas entendu de bruit, et aucune des personnes qui m'ont fourni des renseignements, n'en a entendu. Cependant il paraît que, plus près de la trajectoire, un ouvrier de Tollevast, qui revenait d'un travail éloigné, sur la limite de cette commune et de Brix, a entendu un faible sifflement. Les personnes qui avaient les yeux dirigés sur le ciel au mo-

Digitized by Google

ment de l'apparition, ont vu paraître le bolide instantanément avec tout son éclat.

De la position de la trajectoire réelle, il résulte que le bolide a parcouru pendant que je l'ai aperçu 35 400^{m} dont 28 300 pendant les trois premières secondes seulement. Au moment de l'apparition pour moi, il était à 10 050^{m} d'élévation, et au moment de la disparition à 1675^{m}. Les grandes variations de vitesse qu'il a présentées, résultent de la résistance de l'air que sa faible élévation ne permet pas de négliger. Cependant, si l'on calcule le diamètre réel d'après le diamètre apparent, on voit qu'il devait être au moins de 40 à 50 mètres au moment de l'apparition, et la résistance de l'air sur un corps de ce volume ne peut pas beaucoup modifier la vitesse en si peu de temps. Mais il faut remarquer que, vers la fin de la course, le diamètre apparent était plus petit qu'au commencement, quoique le météore fût cinq fois plus près, de sorte que le diamètre réel n'aurait été alors que de 5 à 6 mètres. D'après la direction de la trajectoire, ce bolide est tombé à Tollevast, et, de plus, jusqu'à présent, il ne paraît pas qu'il ait été trouvé. Cela prouve donc que cette dernière détermination est encore beaucoup trop forte. Il est donc impossible de calculer le diamètre réel du bolide, d'après son diamètre apparent qui varie et paraît amplifié; ainsi, on ne peut déterminer le coefficient de la résistance de l'air sur ce corps qu'au moyen des variations de son mouvement angulaire.

Cette résistance sur un corps M est proportionnelle au carré de la vitesse de M, multiplié par la densité de l'air et par un coefficient qui dépend de la densité, du volume et de la forme de M. Or, pour le bolide du 18 novembre, il est impossible de trouver pour ce coefficient, une valeur constante à l'aide de laquelle on puisse satisfaire aux variations observées de sa vitesse angulaire. Les discordances sont pour

Digitized by Google

toute valeur constante, bien supérieures aux erreurs possibles d'observation. Cela prouve que le diamètre réel du bolide n'était pas constant, et les variations qu'il faut faire subir au coefficient de résistance, font voir que ce diamètre diminuait de même que le diamètre apparent, et que par conséquent le bolide se consumait dans l'atmosphère; fait qui s'accorde parfaitement avec l'existence de la traînée. C'est à cela, sans doute, qu'il faut aussi attribuer l'amplification apparente du diamètre : l'air comprimé en avant des bolides proportionnellement à la résistance, c'est-à-dire, au carré de la vitesse, et par conséquent des centaines, des milliers même de fois plus que devant les projectiles de l'artillerie, élevé par suite à une température excessive, s'échappe latéralement entraînant au loin les particules incandescentes que les inégalités de température et le frottement considérable détachent de la surface de ces corps. Ces particules rentrent ensuite dans le vide laissé par le bolide derrière lui; de là résulte l'apparence d'un globe d'autant plus grand que le noyau est plus volumineux et que la vitesse est plus grande. Les plus grosses de ces particules peuvent suivant leur nature, rester rouges un instant et constituer la queue. Quant à un long sillon blanchâtre qui restait dans la direction suivie par le bolide du 18 novembre et qui a été remarqué aux environs de la trajectoire, il provenait sans nul doute des poussières qu'il laissait ainsi sur sa route et qu'il éclairait par sa vive lumière. Si je n'ai pas remarqué ce sillon, c'est sans doute, parceque j'étais beaucoup plus loin de la trajectoire et que la couche d'air qui m'en séparait, en atténuait considérablement l'éclat.

Je vais citer maintenant plusieurs faits à l'appui de cette explication de l'accroissement apparent du diamètre.

L'astronome américain Mason, à l'époque du 10 août 1839, ayant eu l'occasion d'observer dans son télescope d'un grossissement de 80 diamètres, un assez grand nombre d'étoiles

Digitized by Google

filantes, dit que leur contour était un peu incertain, comme celui d'une étoile qui ne serait pas au foyer, et il les compare à des nébuleuses planétaires.

M. Coulvier-Gravier qui observe avec tant de zèle depuis un grand nombre d'années les bolides et étoiles filantes, m'a dit qu'il a vu trois fois de grands bolides se projetant sur des étoiles rougeâtres de 1re et 2e grandeur, et qu'il a nettement distingué chaque fois l'étoile au milieu du globe, quoique son éclat parût réduit par celui de ce météore. Je ferai remarquer qu'il s'agit ici de bolides classés par M. Coulvier-Gravier dans la 1re grandeur, c'est-à-dire, ayant un diamètre apparent de 3 à 4 minutes, qui, par conséquent, ne pouvait pas être uniquement attribué à l'irradiation et à l'aberration de l'œil, comme celui des étoiles.

Tous les bolides ont été décrits comme ayant la forme sphérique, comme des globes enflammés, et s'ils étaient des aérolithes dont la température aurait été portée au rouge, on devrait les voir de formes très diverses, lorsqu'ils sont assez volumineux pour que leur diamètre apparent ne puisse pas être attribué à l'irradiation et à l'aberration. L'aérolithe n'est donc, pour ainsi dire, que le noyau du bolide, noyau très petit comparativement au diamètre de ce dernier.

Des globes de feu ont souvent été aperçus sur des espaces considérables, avec un très grand diamètre apparent, et n'ont été suivis que de la chute d'aérolithes pesant moins de 50 kilogrammes. Cependant, si l'on avait calculé leur diamètre réel d'après leur diamètre apparent, on l'aurait trouvé de plusieurs centaines de mètres.

Enfin, si l'on remarque que les directions du mouvement à l'entrée de la sphère d'attraction terrestre, qui doivent faire couper la surface du sol à la trajectoire, sont beaucoup plus nombreuses que celles qui peuvent seulement faire traverser l'atmosphère à cette trajectoire, on est étonné que le nombre

Digitized by Google

de chûtes constatées d'aérolithes soit aussi faible relativement au nombre si prodigieux d'étoiles filantes. Cette rareté des aérolithes ne peut provenir que de la réduction en poussière de la presque totalité des bolides.

Pour parvenir maintenant à déterminer la courbe que décrivait dans l'espace le bolide du 18 novembre avant sa chûte, il faut d'abord chercher des formules pour calculer la résistance de l'air sur un corps qui se consume. Malheureusement, la solution de ce problème dans le cas général surpasse les forces de l'analyse, car cette résistance dépend de la forme du corps qui se consume, et, en se réduisant, cette forme éprouve mille variations qu'il est impossible de calculer, car elles dépendent de la constitution de ce corps et de sa forme primitive, éléments variables à l'infini et qui nous sont entièrement inconnus. Mais, pour déterminer au moins approximativement cette résistance, nous allons nous proposer de trouver ces formules dans le cas où les dimensions du mobile se réduiraient semblablement de manière à ne pas altérer sa forme, et où la perte de matière éprouvée serait proportionnelle à la résistance de l'air. Cette résistance étant la cause de la diminution de volume, cette dernière condition doit nécessairement avoir lieu, lorque la forme est supposée constante et le corps homogène. Comme nous n'aurons à appliquer ces formules qu'à des portions successives et très courtes de la trajectoire, nous supposerons de plus le mouvement rectiligne et la même section du mobile constamment perpendiculaire à la trajectoire.

Si nous appelons a une des dimensions du mobile, a variera avec le temps t; nous pourrons alors représenter le volume par Va^3, et la section perpendiculaire à la marche du bolide par Sa^2, V et S étant constants. La résistance étant proportionnelle à cette section, au carré de la vitesse v du mobile et à la densité k de l'air (la densité de l'eau prise

Digitized by Google

pour unité), on aura l'équation suivante d'après les hypothèses, p désignant un coefficient constant,

$$\frac{d.Va^3}{dt} + pkSa^2v^2 = 0, \text{ d'où } \frac{3Vda}{dt} + pkSv^2 = 0$$

On a d'ailleurs pour l'équation de la perte de vitesse par la résistance de l'air, q désignant un coefficient constant,

$$\frac{dv}{dt} + \frac{q}{Va} kSv^2 = 0$$

en posant $\frac{pS}{3V} = n$, $\frac{qS}{V} = m$, ces 2 équations deviennent

$$(1)\ \frac{da}{dt} + nkv^2 = 0 \quad , \quad (2)\ \frac{dv}{dt} + \frac{m}{a} kv^2 = 0.$$

En éliminant dt entre ces deux équations et intégrant, on trouve $a = a_1 e^{\frac{n}{m}(v-v_1)}$, a_1 désignant la valeur primitive de a et v_1 la vitesse primitive. Substituant cette valeur dans l'équation (2), il vient

$$(a)\ \frac{dv}{dt} + \frac{m}{a_1} kv^2 e^{\frac{n}{m}(v_1-v)} = 0, \text{ équation qui peut s'écrire :}$$

$$(b)\ \frac{dv}{dx} + \frac{m}{a_1} kve^{\frac{n}{m}(v_1-v)} = 0, \ x \text{ désignant l'espace parcouru.}$$

De cette dernière équation, on tire

$$\int kdx = -\frac{a_1}{me^{\frac{n}{m}v_1}} \int \frac{dv}{v} e^{\frac{n}{m}v}$$

$$\int kdx = -\frac{a_1}{n} \frac{e^{\frac{n}{m}(v-v_1)}}{v} - \frac{a_1}{ne^{\frac{n}{m}v_1}} \int \frac{e^{\frac{n}{m}v}\, dv}{v^2}$$

remplaçant cette dernière intégrale par sa valeur déduite de l'équation (a), il vient

$$(c) \int kdx = -\frac{a_1}{n} \frac{e^{\frac{n}{m}(v-v_1)}}{v} + \frac{m}{n} \int kdt.$$

Si k était constant, on aurait

$$(d)\quad kx + c = -\frac{a_1}{n} \frac{e^{\frac{n}{m}(v-v_1)}}{v} + \frac{m}{n} kt.$$

c désignant une constante arbitraire que l'on déterminerait

Digitized by Google

d'après les valeurs de x, v et t à l'origine. Mais k varie; toutefois, dans la portion de la trajectoire où a été observée la variation du mouvement angulaire, on connaît la position du bolide sur sa trajectoire à chaque instant, et on peut exprimer k, soit en fonction de x, soit en fonction de t, et, par conséquent, connaître les premiers termes du développement de $\int k dx$ et $\int k dt$. On transformera ainsi l'équation (c) en une équation finie entre x, v et t, renfermant deux coefficients inconnus $\frac{n}{a}$ et $\frac{n}{m}$, et on déterminera la valeur de ces deux coefficients en obligeant l'équation (c) à satisfaire au mouvement observé du bolide sur sa trajectoire. Ces coefficients déterminés, on pourra à l'aide de l'équation (d) construire par points la trajectoire du bolide dans l'atmosphère avant son observation, en donnant successivement à k les valeurs convenables, et en ayant égard à la courbure de cette trajectoire par l'action de la pesanteur. Il faudra aussi cesser de faire varier le volume du bolide dans la portion de cette trajectoire où il n'était pas lumineux.

En appliquant cette méthode au bolide du 18 novembre, j'ai trouvé qu'au moment où je l'ai aperçu, sa vitesse était de 13350^m par seconde, et qu'à l'instant de l'inflammation, 2 secondes auparavant, elle était de 15940^m. Le météore était alors à 17100^m d'élévation près des rochers du Calvados dans le Nord-Est de Bayeux (1).

(1) Cette élévation n'est pas très-grande. Plusieurs observateurs ont vu des bolides qui devenaient incandescents à des hauteurs beaucoup plus considérables. On conçoit que cette incandescence dépendant de la compression et du frottement de l'air, en même temps que de la nature du bolide, qui est plus ou moins inflammable, doit présenter de très-grandes variations. L'influence de la vitesse est immense; ainsi un bolide animé d'une vitesse dix fois plus grande qu'un autre et dans un air cent fois moins dense, aura devant lui une atmosphère à la même pression que celle de ce der-

Digitized by Google

Le coefficient $\frac{n}{m}$ étant égal à $\frac{1}{4603,5}$ dans la formule $a = a_1 e^{\frac{n}{m}(v-v_1)}$ qui donne une des dimensions en fonction de la

nier; car, à égalité de densité, la compression de l'air croît comme la résistance, c'est-à-dire, le carré de la vitesse; de plus, la réduction du volume de l'air est plus grande dans le premier cas que dans le second, pour parvenir à la même densité, de sorte que la chaleur dégagée est encore plus grande. La vitesse du bolide du 18 novembre n'était pas énorme, c'est ce qui fait qu'il s'est enflammé dans les régions inférieures de l'atmosphère. Un bolide dont M. Petit a envoyé la description à l'Académie des Sciences, le 29 septembre dernier, avait, d'après la plus petite des deux évaluations, une vitesse de 62 kilomètres à la seconde. Aussi, il s'est enflammé à une bien plus grande hauteur que celui du 18 novembre, à plus de 30 lieues d'élévation. Ce dernier résultat prouve, ou que l'atmosphère s'étend bien plus loin qu'on ne le croit généralement, ou que, comme quelques savants l'ont pensé, l'éther est assez condensé près de la terre pour pouvoir déterminer l'incandescence. Le bolide de M. Petit confirme les explications de l'amplification du diamètre apparent, exposées plus haut, car d'après sa trajectoire apparente, il a dû tomber dans les Pyrénées, et de plus il n'a pas été trouvé. Or, son diamètre réel, calculé d'après le diamètre apparent, est de 215m. Evidemment, un corps de ce volume n'aurait pu tomber sans avoir été aperçu.

Brandes a, le premier, remarqué que les bolides les plus gros sont généralement les plus élevés. Il est facile d'expliquer ce fait. D'abord, lorsqu'un bolide devient incandescent dans un air moins dense qu'un autre bolide, quoique la compression de l'air devant ces deux corps soit égale, les particules qui se détachent de sa surface sont projetées plus loin dans l'air le moins dense; de plus, lorsqu'un bolide s'enflamme en entrant dans l'atmosphère, il a souvent beaucoup plus de vitesse qu'il ne faut pour déterminer l'incandescence, ou bien il est très inflammable, de sorte que sa température devient beaucoup plus élevée, ses particules sont projetées avec plus de force, en même temps, l'irradiation l'augmente davantage, puisqu'il est plus lumineux. Lorsqu'au contraire, un bolide n'a pas assez de vitesse ou n'est pas assez inflammable pour devenir incandescent dans les hautes regions, et qu'il atteint les régions inférieures, de

Digitized by Google

ième dimension à l'instant où j'ai aperçu le bolide, $e^{-\frac{n}{m}(v-v_1)}$ tait égal à $\frac{1}{16}$ au moment où j'ai cessé de le voir, ce qui rouve qu'il se consumait presque entièrement dans l'atmos-phère. Si on réfléchit à l'immense quantité de particules qu'il a dû laisser, pour produire la brillante trainée qui ne l'a pas abandonné pendant le temps que je l'ai aperçu, c'est-à-dire sur une longueur de chemin de 35400^m, ce résultat n'a rien d'é-tonnant. Au moment où j'ai commencé à voir le météore, ses dimensions devaient s'être déjà réduites dans le rapport de 1,76 à 1,00 depuis le point d'inflammation. De la valeur du coefficient $\frac{n}{a_1}$, j'ai déduit, en faisant, comme Lombart, la partie constante du coefficient de la résistance égale à $\frac{9}{40}$, que si le bolide avait été parfaitement sphérique, le produit de son rayon par sa densité, au moment où j'ai cessé de le voir, aurait été 0^m,57. La densité des aérolithes étant moyennement 3, on aurait pour rayon 0^m,19.

A partir du point d'inflammation, le diamètre restant constant, la résistance de l'air a été calculée au moyen des formules ordinaires, pendant les 6 secondes qui ont précédé l'inflammation ; puis le bolide étant alors à 40600^m d'élévation, cette résistance devenait insensible pour la vitesse actuelle du bolide, de sorte que j'ai considéré cette hauteur comme celle de la limite de l'atmosphère. Les coordonnées

sorte que sa vitesse est encore très-réduite dans le trajet, il s'en-flamme dès qu'il se trouve précisément assez de chaleur pour le rendre lumineux, de sorte qu'il n'y a jamais d'excès aussi considé-rable que dans les hautes régions, excès qui était employé à l'ac-croître. L'accroissement de diamètre ainsi produit surpasse la dimi-nution due au plus grand éloignement.

D'après la judicieuse remarque de Brandes, ce plus grand éloigne-ment fait que les gros bolides paraissent en général se mouvoir plus lentement que les petits, quoique leur vitesse réelle soit plus grande.

Digitized by Google

du point d'entrée dans l'atmosphère sont donc 49° 21' 30" de latitude boréale et 1° 40' 30" de longitude occidentale. Il était à Paris, à l'instant de cette entrée, $6^h\ 47^m$. La vitesse du bolide était 16900^m par seconde, rapportée à la surface terrestre dont le mouvement était en sens contraire. La vitesse par rapport au centre de la terre était donc seulement 16450^m, la projection de la trajectoire sur l'horizon du point d'entrée dans l'atmosphère venant de l'E. 9° 55' S., et cette trajectoire étant inclinée de 14° 38' à ce même horizon.

De là j'ai déduit que le bolide décrivait, autour de la terre, une hyperbole dont voici les éléments, le rayon terrestre pris pour unité :

Demi grand axe	— 0,424402
Excentricité	3,271675
Distance périgée	0,964106
Longitude sur l'écliptique du nœud ascendant	43° 47' 57"
Inclinaison de l'orbite à l'écliptique	65 31 2
Angle du périgée et du nœud ascendant	79 35 29
Angle du périgée et du point d'entrée dans l'atmosphère	19 3 23
Sens du mouvement	*Rétrograde.*

Le passage au périgée aurait eu lieu le 18 novembre 1851 à $6^h 49^m$ (temps moyen de Paris).

Il est facile de conclure de ces éléments que le bolide était entré dans la sphère d'attraction terrestre le 17 novembre à $12^h\ 22^m$ (temps de Paris), et j'ai trouvé, pour son orbite, avant l'entrée dans cette sphère d'attraction, une ellipse dont voici les éléments, le demi grand axe de l'orbe terrestre étant pris pour unité :

Demi grand axe	1,182312
Excentricité	0,368368
Distance périhélie	0,746786
Inclinaison	9° 25' 5"
Longitude du nœud ascendant	55° 51'
Longitude du périhélie sur l'orbite	84° 39' 34"
Durée de la révolution	469j, 5653
Sens du mouvement	*Direct.*

Digitized by Google

Le passage au périhélie aurait eu lieu le 15 janvier 1852, à 11h39m 40sec (temps moyen de Paris).

La vitesse du bolide du 18 novembre était plus grande que celle de la terre, et, en cela, bien qu'appartenant à la même époque de l'année, il paraît différer des astéroïdes de novembre observés plusieurs fois, et qui, d'après un très grand nombre de témoignages, semblent diverger du point vers lequel la terre se dirige alors. Mais il faut remarquer que c'est le matin que cette divergence a été observée, tandis que le bolide du 18 novembre a paru à 6h 31m du soir; or il est facile de voir que des astéroïdes, dont le mouvement a lieu dans le même sens que celui de la terre, doivent paraître le soir lorsque leur vitesse est plus grande que celle du globe, et au contraire, le matin, lorsqu'elle est moins grande; car, à 6h du soir, la terre s'éloigne du point du ciel qui est au zénith, et à 6h du matin, elle s'en approche. Le matin, les étoiles filantes pourront donc paraître diverger du point vers lequel la terre se dirige, comme l'attestent beaucoup d'observateurs. A la vérité, quelques autres ont contesté ce fait, mais cette discussion doit provenir de ce que le mouvement apparent des bolides résulte de leur mouvement propre, en même temps que du mouvement terrestre, de sorte que cette divergence ne peut être toujours bien rigoureuse.

Les astéroïdes du soir devant être animés en général d'un mouvement plus rapide que celui de la terre, et ceux du matin d'un mouvement plus lent, il en résulte que ces derniers sont plus près de leur aphélie que les premiers, et que, par suite, les grands axes de leurs orbites sont plus courts. Or, toutes les observations anciennes et modernes, aussi bien celles qui ont été faites en Chine et en Amérique, que celles de M. Coulvier-Gravier, s'accordent à prouver que les bolides sont d'autant plus nombreux que l'on se rapproche du matin; donc les astéroïdes qui circulent autour du soleil, sont d'autant plus nombreux que les grands axes de leurs

Digitized by Google

orbites sont plus courts, ou en d'autres termes, qu'on se rap proche davantage du soleil.

Les observations de M. Coulvier-Gravier, le catalogue de bolides de M. Kaemtz, et celui des bolides observés en Chin de M. Ed. Biot, s'accordent à prouver que, dans la premièr moitié de l'année, les bolides sont moins nombreux que dan la seconde, ou, suivant la remarque de MM. Coulvier-Gra vier et Ed. Biot, qu'on observe la plus grande fréquence quand la terre s'approche de son périhélie. Ce fait prou que la longitude du périhélie de la plupart des astéroïdc doit être la même que celle de la terre vers les mois de févrie et de mars, ainsi que cela avait lieu pour celui du 18 novem bre, car alors la terre sera plus loin du soleil pendant le six premiers mois de l'année que les portions situées dans l même direction des orbites de la plupart des bolides, d sorte que les rencontres seront peu nombreuses. Pendant la fi de l'année, au contraire, les orbites de la plus grande par tie des bolides se rapprochant de l'orbe terrestre, et mêm pouvant le couper, les chutes d'astéroïdes seront beaucou plus nombreuses. Si l'orbe terrestre était exactement circu laire, il faudrait pour cet effet, que la longitude du périhéli de la plupart des astéroïdes fût la même que celle de l terre vers le 1er avril, milieu des 6 premiers mois de l'anné mais, la terre s'éloignant alors elle-même du soleil, cett longitude doit être celle du globe à une époque antérieur dans les mois de février et de mars.

Il est bon de remarquer aussi qu'une nuée d'astéroïdc dont les orbites sont peu inclinées à l'équateur solaire (cel du bolide du 18 novembre était inclinée d'environ 3°) et dor le nombre augmente en approchant du soleil, doit produi en réfléchissant la lumière de cet astre, une lueur qui s confond avec la lumière zodiacale, et qui éprouve les même variations d'intensité suivant la saison, si les périhélies d

Digitized by Google

plus grand nombre de ces astéroïdes ont à peu près la même longitude que celui du bolide du 18 novembre. (1)

Comme conséquence des observations du bolide du 18 novembre, il faut remarquer qu'il ne suffit pas toujours de fixer sur le ciel les points d'apparition et de disparition d'un bolide et d'évaluer le temps qu'il a été visible pour pouvoir le calculer. Il faut de plus remarquer les variations de son mouvement angulaire, afin d'avoir une base pour la mesure de la résistance qu'il éprouvait de la part de l'air. Sans doute, cette observation est souvent très difficile, mais les grands progrès que l'on a faits dans la photographie instantanée, permettent non seulement d'évaluer ces variations mais même de les mesurer. En effet, si l'on a deux daguerréotypes voisins, disposés de manière à pouvoir être ouverts simultanément en une fraction de seconde; si, dans l'un de ces daguerréotypes, la plaque est fixe, et si dans l'autre, elle est animée dans son plan d'un mouvement de rotation régulier et connu autour de son centre, il est clair qu'un bolide passant dans le champ de ces daguerréotypes tracera sur les deux plaques des lignes différentes, dont la comparaison permettra aisément de mesurer le temps que le bolide a employé pour parcourir telle portion de sa trajectoire, et par conséquent, de connaître sa vitesse angulaire à divers instants. De plus, la plaque fixe ayant été orientée avec soin

(1) Je ne prétends pas dire ici que tous les bolides appartiennent à la lumière zodiacale. M. Petit en a calculé à mouvement soit direct, soit rétrograde, qui se mouvaient dans des hyperboles et qui étaient, par conséquent, intrastellaires. Cette dernière sorte de bolides doit paraître indistinctement à toute heure et à toute époque. Si l'on remarque que les aérolithes paraissent tomber presque également en toute saison, on est porté à croire que le plus grand nombre de ces corps provient de ces derniers bolides qui alors, par suite de leur constitution physique, seraient, malgré leur plus grande vitesse, moins inflammables et plus difficiles à réduire en poussière que ceux qui circulent dans des orbes elliptiques autour du soleil

Digitized by Google

on pourra déduire de la direction de la trace laissée sur elle par le météore, la position d'un plan mené du centre optique de l'objectif par la trajectoire apparente du bolide. Avec un seul daguerréotype, on n'embrasserait qu'une petite portion du ciel, mais, en en employant plusieurs, pointés *fixement* dans diverses directions, on pourra embrasser une grande partie du ciel autour du zénith. Si l'on avait ainsi une série de daguerréotypes à *deux* stations différentes convenablement éloignées, si tous ces daguerréotypes pouvaient être ouverts en une fraction de seconde au moyen d'un courant électrique qu'un observateur établirait par une légère pression du doigt sur un ressort, lorsqu'il verrait un bolide, (condition mécanique facile à réaliser de bien des manières,) il est clair que l'on aurait ainsi tous les éléments nécessaires pour calculer complètement les bolides qui passeraient dans la région atmosphérique comprise à la fois dans le champ des daguerréotypes des *deux* stations. Cette région pourrait d'ailleurs être très vaste, en n'éloignant pas trop les stations et en employant plusieurs daguerréotypes à chacune d'elles.

Il serait utile d'établir une sonnerie qui fonctionnerait lorsque les daguerréotypes viendraient à s'ouvrir, afin de prévenir à chaque station, les personnes chargées de surveiller les instruments, de remplacer les plaques.

L'instantanéité de l'apparition des bolides, le peu de durée de leur visibilité, ne permettront jamais de mesurer à l'aide d'instruments ordinaires tous les éléments nécessaires pour les calculer. Il n'existera jamais d'autre moyen de substituer les mesures aux évaluations, qu'en leur faisant dessiner à eux-mêmes leur trajectoire à l'aide de la photographie, et dessiner même, pour ainsi dire, leur durée par la comparaison des images sur des plaques fixes, et sur des plaques ou des bandes de papier, animées de mouvements connus quelconques.

Digitized by Google

NAVIGATION SOUS-MARINE.

SES DIFFICULTÉS,

Par M. le Dr PAYERNE.

L'idée de construire des bateaux sous-marins est très-ancienne. Un écrivain Anglais, dont je regrette de ne pouvoir citer le nom, la fait remonter jusqu'au XVIe siècle. Fulton, le célèbre Américain, est le premier qui ait donné à cette idée un commencement d'exécution. Bien des personnes ont essayé de poursuivre l'œuvre à laquelle il avait renoncé, sans avoir la satisfaction de la faire progresser.

Digitized by Google

Efficacement secondé par ses concitoyens, Fulton fit construire un premier bateau sous-marin qu'il n'acheva pas, tant il lui reconnut de défectuosités. A cette œuvre mort-née de son génie, il fit succéder la construction d'un deuxième appareil du même genre, qui fut successivement essayé en Amérique, en Angleterre et en France, et qui, muni d'avirons articulés mis en action de l'intérieur, a effectué quelques kilomètres de traversée. Peu satisfaisant sous le rapport du parcours, il le fut encore moins sous celui de la vitesse. De ce deuxième bateau, si imparfait qu'il fût, date le premier âge de la navigation sous-marine.

Pourquoi Fulton, aussi bien secondé qu'il l'a été, n'a-t-il pas donné suite à ses premiers succès?

Cet homme, qui devait s'illustrer par des travaux d'un autre genre, et ses émules, ne paraissent avoir entrevu qu'un seul côté de la question, celui de voyages inaperçus sous l'eau pour porter la destruction dans les escadres ennemies, à l'aide de matières explosibles appliquées sous la carène de chaque bâtiment, en se conformant à l'incommode procédé dont je parlerai plus loin. Sous ce point de vue déjà si borné, des obstacles auxquels il n'a pu obvier, lui ont fait croire à l'impossibilité d'une réussite satisfaisante. Ce qui le confirma surtout dans cette croyance, ce fut l'inutilité du concours de l'illustre Guyton de Morvau, membre de l'Institut de France, sur la question de rendre respirable l'air déjà respiré. On connaît le titre d'un mémoire lu à l'Académie des Sciences par ce savant, mémoire qui a vraisemblablement été supprimé par son auteur dont les expériences n'ont pas confirmé les prévisions théoriques. C'est à partir de cet échec que Fulton donna à son génie la direction plus heureuse dans laquelle, quoique primé par un Français, il s'est acquis une juste immortalité.

Digitized by Google

La navigation sous-marine, ai-je dit, n'a été envisagée qu'à des points de vue très restreints. Ce qui le prouve, ce sont les bateaux sous-marins dont on connaît la description, notamment quelques-uns que j'ai pu voir, et qui se ressemblent tous par une défectuosité importante, l'impossibilité de communiquer avec le dehors autrement qu'avec des manches imperméables, dans lesquelles on introduisait les bras pour agir. C'est à l'aide de cet incommode et inefficace procédé, que Fulton entendait faire usage de diverses machines de guerre de son invention. Tel était le bateau sous-marin du Dr Petit, d'Amiens, dans lequel notre malheureux collègue perdit la vie à St-Valéry-sur-Somme. Tel était un modèle en bois, exécuté d'après les plans et sous la direction immédiate du marquis d'Aubusson, modèle que j'ai vu à Londres chez son correspondant, le comte de Crouy. Tel était, enfin, un bateau qui a été essayé à Paris, et qui, après avoir occasionné à son inventeur un accident grave, a été acheté comme vieux fer par un mécanicien de la rue Mazarine, dans les ateliers duquel on le voyait encore en 1846.

Sujets aux accidents les plus graves, indépendamment de la respiration qui ne tardait pas à se trouver compromise, ces bateaux n'avaient ni la vitesse, ni les autres qualités indispensables à leur destination.

La navigation sous-marine, telle que la voyaient nos devanciers, ne présentait donc que deux difficultés à résoudre : la propulsion et la respirabilité de l'air. Je pense avoir essayé le premier d'appliquer les bateaux plongeurs à un autre but qui semble avoir bien son importance, celui du travail régulier sous l'eau. Il fallait, pour l'atteindre, aplanir une difficulté inabordée autrement qu'avec la cloche à plongeur, faire communiquer directement l'équipage avec le milieu dans lequel il devrait séjourner. Dix ans d'expériences con-

Digitized by Google

sécutives ont mis la solution des deux dernières difficultés au nombre des faits accomplis. La solution de la deuxième réside dans l'action d'un fort soufflet dont la tuyère plonge dans une solution alcaline, et se termine en pomme d'arrosoir. Cette forme, très-importante, sert à diviser l'air en filets déliés, aptes à mieux recevoir le contact de l'alcali. Il est même possible qu'à l'omission de cette forme il faille attribuer l'insuccès des expériences de Guyton de Morvau, si toutefois il a essayé l'usage du soufflet, reconnu inefficace lorsqu'il se trouve dépourvu d'un mécanisme propre à diviser l'air.

L'aplanissement de la troisième difficulté s'obtient à l'aide d'une provision d'air comprimé qui donne la faculté d'équilibrer l'atmosphère du bateau avec la colonne d'air qui pèse sur lui, d'ouvrir le fond de la chambre de travail, d'en expulser toute l'eau, et d'y vaquer à n'importe quel ouvrage avec moins de gêne qu'on n'en éprouve sous la cloche à plongeur. Dans cette dernière, chaque coup de pompe imprime à l'air une compression intermittente qui occasionne à la plupart des personnes soumises à son influence, un bruissement et une douleur d'oreille pénibles à endurer, et qui ne cessent qu'avec le jeu de la pompe, c'est-à-dire, à la fin du séjour sous l'eau. Dans un bateau sous-marin, cet inconvénient ne se prolonge pas au-delà du temps nécessaire à équilibrer l'air qu'on y respire, avec la colonne d'eau sous laquelle on se trouve. Dès que l'équilibre y est fait, tout rentre dans les conditions de la vie terrestre.

Enfin, la locomotion sous l'eau tant recherchée par nos devanciers, ne présente pas à mes yeux d'utilité immédiate. Je me suis néanmoins appliqué à la résoudre théoriquement.

A cette fin, j'utilise les propulseurs héliçoïdes avec les machines à vapeur existantes. Je ne change que l'appareil de chauffe, et j'emploie un foyer d'où la fumée s'échappe par

Digitized by Google

sa tension, en soulevant une soupape qui se ferme dès que l'eau tend à l'envahir. Dans ce foyer hermétiquement clos, on brûle le premier combustible venu. Un azotate supplée à la suppression de tout courant d'air. Un robinet dont la clé est creusée en cul-de-sac, transmet au foyer le combustible et l'azotate, sans donner issue à la flamme. Est-il besoin de dire que la vapeur d'eau engendrée par l'action d'un pareil foyer est identique avec la vapeur produite dans les conditions usuelles?

Ce procédé ne laisse à désirer que sous le rapport de la dépense, qui revient à environ deux francs par force de cheval et par heure. Une machine de ce genre a été essayée à Paris dans les ateliers de M. Lemaître. Elle a été détruite par la chute d'une muraille, après quelques expériences qui ont suffi à en constater la réussite. J'ai reculé devant les frais de construction d'un nouvel appareil de ce genre, parce que, dans l'état de paix générale où nous vivons, il est probable que, pendant de longues années, ce système de locomotion n'aura pas d'application utile.

Au nombre des difficultés de la navigation sous-marine, je n'ai pas compris les procédés d'immersion et d'émersion. Mon silence sur ce point s'explique par la notoriété de ce que ces procédés, qui préoccupent si fort les personnes étrangères à l'étude de la physique, n'ont jamais présenté d'obstacles sérieux à Fulton, ni à ses imitateurs. A l'aide de pompes, ils embarquaient de l'eau pour aller au fond, ils en débarquaient pour revenir à la surface. Ils ont même trop compté sur cette théorie, et ils ne se sont pas assez méfiés des dérangements possibles dans leur mécanisme. C'est cet excès de confiance qui a perdu l'infortuné Petit, et qui n'eût pas été moins fatal à celui qui en a été quitte pour un grave accident, si on ne fût parvenu à vider rapidement l'écluse dans laquelle il avait la sage précaution d'expérimenter.

Digitized by Google

Au contraire de leurs appareils qui ne s'ouvraient pas sous l'eau, le mien y découvre sur le fond une grande surface qui, indépendamment de la faculté de travailler comme sous le plafond d'une chambre, nous donne celle de nous alléger en jetant du lest, jusqu'à ce que notre pesanteur spécifique, devenue moindre que celle de l'eau, nous ramène à la surface.

L'utilité des difficultés que j'ai résolues, a engagé le Ministre des travaux publics, au rapport d'une commission composée d'Inspecteurs généraux, etc., dont le Conseil-général des Travaux a validé les conclusions, à donner sa sanction officielle à mon appareil, et à recommander aux Ingénieurs d'en faire usage (1).

(1) Voir les Annales des Ponts et-Chaussées, publiées en 1851.

Digitized by Google

DE L'ÉTAT DE L'IODE

DANS L'ATMOSPHÈRE,

Et de la possibilité de la formation

DE L'IODURE D'AZOTE

dans les orages,

Par M. BESNOU.

A la suite du rapport fait à l'Académie des Sciences, le 11 octobre par M. Bussy, sur les travaux de M. Chatin, relatifs à la recherche de l'iode, M. Thenard présente quelques reflexions *sur l'état auquel l'iode se trouve dans l'air.*

Au lieu d'admettre que l'iode existe dans l'atmophère libre de toute combinaison, le savant professeur de chimie établit en fait que l'on rencontre dans l'air des corpuscules organiques qui en renferment soit à l'état d'iodure de sodium, soit combiné avec les éléments de la matière organisée, et que l'iode qu'obtient M. Chatin, provient en partie de ces corpuscules, et cela, sans rapporter aucune expérience directe à l'appui.

Digitized by Google

Permettez-moi, Messieurs, de vous rappeler quelques observations que j'ai présentées l'an dernier à l'Institut, sur le peu de stabilité de l'iodure potassique en contact avec les sels calcaires, magnésiens et ammoniacaux qui se trouvent constamment dans toutes les eaux économiques, médicales, et salées, dans tous les terrains, dans tous les lieux, et qui doivent réagir sur les composés iodurés solubles par suite de la concentration, et surtout, de l'évaporation totale.

Il est parfaitement établi, par l'expérience, que l'iodure de sodium est bien moins stable que celui de potassium. Sa conservation à l'abri de l'humidité de l'air, de la lumière directe, est bien difficile. Il jaunit avec promptitude et *de l'iode est mis à nu.*

Il en est de même de l'iodure potassique, mais avec plus de lenteur. Ce sel, quand il est humide, soumis quelque temps à l'action des rayons solaires, jaunit presque de suite, *de l'iode est encore mis à nu, et se décèle par la colle d'amidon, mais dès qu'il est soustrait à cette influence directe, il reprend sa blancheur première.*

J'ai répété devant plusieurs d'entre vous, l'action singulière du sulfate de magnésie sur l'iodure potassique; vous avez vu avec quelle promptitude l'iode est mis partiellement et progressivement à l'état libre. Les sels déliquescens de chaux, de magnésie, les nitrate et sulfate ammoniques agissent avec non moins d'énergie. C'est même un moyen de distinguer *la présence des sels déliquescens dans le sel de cuisine.*

Or, devant une réaction aussi nette, des faits aussi bien établis, est-il bien nécessaire de recourir à la présence douteuse de l'iodure sodique ou de la molécule iodurée organique, pour expliquer la présence, la nécessité de la présence à l'état de liberté de l'iode dans l'atmosphère. *Evidemment, il doit s'y trouver sous cet état.*

Digitized by Google

J'ai tenté quelques expériences directes pour démontrer que l'iode existait à l'état libre, mais des obstacles dûs à la volatilité des dissolvants de *l'iode libre*, m'ont empêché d'arriver à un résultat absolument probant.

La potasse caustique elle-même ne remplit qu'imparfaitement le but, en se carbonatant d'abord, et d'un autre côté, elle sert bien à démontrer positivement qu'il y a de l'iode, mais non son état de liberté absolue.

Toujours est-il, que dans l'évaporation des eaux de la mer dans les marais salants, il ne saurait être douteux que de l'iode se dégage libre de toute combinaison, que dans l'évaporation complète des eaux de pluie, d'orage surtout, *si riches en iode et en sels ammoniacaux*, l'iode libre doit encore reprendre l'état de vapeur. Il en est de même des eaux qui imprègnent le sol.

Malgré tout le respect, toute la confiance que peut inspirer l'opinion d'un homme célèbre à tant de titres, devant l'expérience et la précision duquel l'on aime à s'incliner, il me semble plus plausible d'admettre que l'iode existe libre de toute combinaison.

Abordant un autre ordre d'idées et sortant de l'expérience, peut-être même des probabilités, permettez-moi, Messieurs, d'appeler votre attention sur une idée que me fait naître la présence de l'iode dans l'air, concurremment avec l'ammoniaque et la vapeur d'eau.

L'eau d'orage est assez riche, avons-nous dit, en iode et en sels ammoniacaux. C'est un fait acquis par les expériences de M. Chatin et de M. Liebig. Moi-même j'ai été étonné de la facilité avec laquelle on retrouve et constate l'iode dans quelques litres seulement d'eau d'orage, en opérant soit à Brest, soit dernièrement dans votre ville.

Vous savez avec quelle promptitude l'ammoniaque peut réagir sur l'iode dissous ou simplement grossièrement divisé,

Digitized by Google

et former de l'iodure d'azote, corps *intactile* par excellence.

En effet, qui n'a pu remarquer en préparant de l'iodure d'azote, combien cette combinaison est instable, comme elle détonne avec fracas, lorsquelle est *bien lavée* et qu'elle arrive à la dessiccation complète, sans cependant avoir besoin qu'on la touche, ni même qu'il y ait un courant d'air. — Si l'on dispose sur une feuille de papier, des mouchetures d'iodure d'azote, qu'on la fixe avec un peu de colle sur une planchette, et qu'on l'abandonne dans un local, surtout au contact des rayons solaires directs, l'on entend à mesure que la dessication marche, des crépitations d'abord, puis des détonations partielles plus ou moins fortes, énormes quand elles résultent de quelques grains seulement.

Serait-il donc impossible d'admettre qu'il puisse se former dans les nuages une réaction analogue, une combinaison iodurée de l'ammoniaque existant sans doute dans les régions élevées avec l'iode en vapeur et de l'eau vésiculaire? Je sais combien cette idée est vague, et peut être gratuite en l'état actuel de la science à ce sujet. Aussi, est-ce avec toute réserve que je la soumets à la réflexion de ceux de nos collègues qui s'occupent plus spécialement de physique et de météorologie; peut-être devra-t-elle, comme à moi, vous sembler excentrique de prime-abord?

Sur quelles données l'appuyer? sur quelle base, matériellement établie, l'étançonner? sur rien d'analytique, de précis, je le sais et je le confesse. Mais vous n'ignorez pas combien de choses sont établies par l'induction seule, sans qu'il soit possible d'exercer un contrôle matériel.

Les phénomènes de l'éclair, de la foudre, si bizarre par fois, ne peuvent-ils venir quelque peu en aide.

Peut-on bien s'expliquer la riche coloration violette de l'éclair au moment de sa formation et de sa traînée lumineuse en zig-zag ?

Digitized by Google

Les lois de la propagation du son rendent-elles complètement compte de ces crépitations, ou craquements successifs que nous entendons dans certains coups de tonnerre? S'explique-t-on bien plusieurs effets matériels de la foudre elle-même, l'odeur spéciale qu'elle développe en tombant, enfin, les phénomènes incroyables de l'éclair en boule, pour lequel plusieurs physiciens ont admis une matière pondérable? A ce sujet, il est bon de remarquer que l'éclair en boule se comporte, au moment de l'explosion, comme l'iodure d'azote et en général tous les corps fulminants; c'est-à-dire, qu'il y a production de bruit intense, et peu d'effets de destruction, caractère qui distingue les corps fulminants des corps détonnants.

Je m'arrête, Messieurs, afin de vous montrer combien je considère comme hazardée et mobile l'hypothèse que je soulève devant vous, et pourtant, de grands physiciens ont produit sur l'existence des bolides et leur formation, des hypothèses autrement gratuites.

Je me résume :

1° Des faits nombreux permettent d'admettre nécessairement la présence de l'iode libre de toute combinaison dans l'atmosphère.

2° Pour expliquer sa présence dans les eaux d'orage, il n'est nul besoin de recourir à l'iodure de sodium qui n'est pas volatil, sans décomposition au moins très partielle, ni aux corpuscules iodurées.

3° Ne peut-il se former dans les nuages de l'iodure d'azote, cause matérielle et sans doute très partielle de quelques phénomènes de la foudre, de l'éclair et surtout de l'éclair en boule?

Digitized by Google

DE LA SOPHISTICATION

DES FARINES,

Par M. BESNOU.

Je vais, Messieurs, vous présenter quelques considérations sur la question soulevée par M. Biot de Namur, relativement à la sophistication des farines. Dans les nombreux examens de farine que j'ai faits, soit pour le service de la marine, soit pour les tribunaux, etc., etc., je n'ai pas eu occasion de trou-

Digitized by Google

ver une seule farine, dite première qualité, qui ait donné d'*indices* purpurins notables *simulant la féverolle*, bien que j'aie eu occasion d'examiner des farines de diverses provenances françaises ou étrangères, ou fabriquées avec les blés étrangers introduits dans la minoterie de la marine à Brest.

Je n'ai jamais obtenu la teinte purpurine de la féverolle avec *les gruaux*, qui contiennent cependant en quantité énorme l'*embryon* que M. Biot affirme *prendre toujours* cette couleur purpurine. J'ai remarqué souvent que, si l'action de l'acide azotique a été trop forte et trop prolongée, si on l'a poussée jusqu'à la coloration jaune foncé, l'ammoniaque peut développer une *teinte rouge*, mais non une teinte *purpurine* semblable à celle de la féverolle; cette couleur est d'un rouge un peu orangé.

Cependant, dans une expertise judiciaire, j'ai eu occasion de reproduire *les points purpurins avec des farines de froment* sans mélange, mais elles provenaient de blés *fortement charançonnés*. Il s'était formé de la murexide très probablement.

J'ai également constaté que si les *concrétions* que laissent les bruges qui attaquent la féverolle, donnent également *de la murexide*, le cotylédon sain de la féverolle, de la fève cultivée, donne lieu néanmoins à la coloration purpurine qui n'existe donc pas seulement dans l'embryon. Dans les blés charançonnés comme dans les féverolles piquées par les bruges, la coloration est, doit être, attribuée à l'*acide urique*, qui donne lieu en grande partie aux concrétions formées.

Quant à la recherche de la légumine, l'eau qui a macéré quelques heures sur des farines pures, (deux parties d'eau) filtrée très rapidement, est limpide et peut *parfois* précipiter par l'acide acétique; mais, quand il y a une pro-

Digitized by Google

portion notable de légumineux (7 à 8 pour cent), la liqueur filtre difficilement, reste opaline comme de l'eau gommée, et précipite plus abondamment. Ce caractère évidemment n'a pas une grande valeur, à moins qu'il ne concorde avec la *saveur particulière* très forte *de verd,* et l'odeur spéciale des légumineux mis dans cette proportion.

Dans ce cas, outre la présence de la *cellulose* que l'on peut constater facilement si le mélange a lieu dans une proportion un peu élevée, il est possible de reconnaître si l'on a affaire à des haricots, des pois ou de la féverolle.

Pour cette dernière, le *procédé Donny est bien net.*

Pour les pois, il suffit de placer, dans une capsule de porcelaine, de la farine soupçonnée, mettre à côté une autre capsule renfermant un peu d'ammoniaque liquide, recouvrir d'une cloche. Au bout de quelques heures, la farine s'est colorée, la chlorophylle du pois a pris une teinte jaune verdâtre, plus ou moins prononcée selon la proportion. *Le froment pur reste blanc.*

Un peu d'ammoniaque liquide versée sur la farine elle-même dans un verre, donne un résultat analogue, quoique moins concluant.

Enfin, si c'est du haricot, il suffit de laisser l'eau de macération à l'air; au bout de 24 heures, il est couvert de moisissures, et après 48 ou 60 heures, il s'est développé une *odeur sulfureuse fort désagréable.*

Les moyens que nous avons indiqués pour reconnaître le petit pois, peuvent s'appliquer plus parfaitement encore à la *constatation du maïs.* Le périsperme corné se fonce en jaune plus ou moins rougeâtre, selon les variétés paille ou jaune vif du maïs.

En juin 1847, j'ai employé cette action des alcalis sur le périsperme du maïs pour sa constatation dans des farines et dans le pain, pour des expertises judiciaires.

Digitized by Google

En outre, j'ai eu recours à l'éther sulfurique qui en extrait de l'huile en proportion notable et qui donne des gouttelettes bien isolées, ce qui n'a pas lieu avec la farine ou le pain de froment pur. Ces essais ont même été répétés par moi, devant M. Donny, à Brest, en août 1847, ce qui enlèverait la priorité à l'auteur de la lettre à M. Dumas, insérée au journal de pharmacie d'octobre de la même année, c'est-à-dire plus de trois mois après que ces essais avaient été faits publiquement et discutés devant le tribunal de Brest.

Enfin, dans une affaire judiciaire, j'ai eu occasion de constater *la présence de l'alun dans une farine de mauvaise qualité faite avec des blés charançonnés.* Bien que les modes indiqués pour reconnaître l'*alumine* et les *sulfates* soient faciles et suffisants dans l'analyse ordinaire, dans ce cas spécial on n'osait pas conclure à la présence de l'alun à *cause de l'emploi que l'on fait du plâtre pour la liaison et le rhabillage des meules.*

Aujourd'hui, après avoir constaté l'acidité de la farine ou de la liqueur de macération, je la concentre, je précipite la matière gommeuse et l'albumine restant par l'alcool à 40°, puis j'évapore à siccité. Ce résidu est introduit dans un tube fermé communiquant avec un tube laveur de Liebig contenant de l'eau légèrement alcalisée.

Je décompose par le feu le résidu, qui, en se charbonnant, *s'il y a de l'alun,* donne lieu à un dégagement d'*acide sulfureux* qui vient se condenser dans le tube laveur.

Je vide cette eau dans un verre; j'y fais passer un courant de chlore bien lavé pour transformer le *sulfite* en *sulfate.*

Puis je traite par l'*azotate barytique* en solution; je recueille par décantation le léger dépôt *dont j'ai constaté l'insolubilité dans l'acide azotique.*

Ce dépôt de *sulfate barytique* est réuni par un peu

Digitized by Google

d'huile, chauffé au chalumeau à la flamme de réduction, puis placé dans un tube large de quelques centimètres.

En versant quelques gouttes d'*acide chlorhydrique* étendu, puis bouchant le tube avec un peu de papier préparé au sous-acétate de plomb, *on voit apparaître la couleur brune du sulfure de plomb.*

Par ce procédé, j'ai pu retrouver de l'*alun* dans une farine qui n'en contenait que *0 gr. 05 par kilogramme.*

Ce mode opératoire est donc à la fois méthodique, très sensible et fort concluant, car les *sulfates alcalins* contenus dans la farine *ne peuvent donner lieu au dégagement d'acide sulfureux.*

Ce procédé peut également être employé pour *prouver directement* la présence *du sulfate cuivrique*, après avoir reconnu la base par les moyens si sensibles que possède la science.

Digitized by Google

NOTE

SUR LA PATRIE PRIMITIVE ET L'ORIGINE

DU BŒUF DOMESTIQUE,

(BOS TAURUS, Linné.)

Par M. N. JOLY, Dr M. P.

Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Toulouse,

Membre correspondant de la Société.

« Sans le Bœuf, a dit Buffon, les pauvres et les riches auraient beaucoup de peine à vivre; la terre demeurerait inculte; les champs et même les jardins seraient secs et stériles: c'est sur lui que roulent tous les travaux de la campagne; il est le domestique le plus utile de la ferme, le soutien du ménage champêtre; il fait toute la force de l'agriculture: autrefois il faisait toute la richesse des hommes, et aujourd'hui il est encore la base de l'opulence des États, qui ne peuvent se soutenir et fleurir que par la culture des terres et par l'abondance du bétail, puisque ce sont les seuls biens réels, tous les autres, et même l'or et l'argent, n'étant que des biens arbitraires, des représentations, des monnaies de crédit, qui n'ont de valeur qu'autant que le produit de la terre leur en donne.» (1)

(1) BUFFON, hist. natur. article *Bœuf.*

Digitized by Google

Aussi la domestication du Bœuf remonte-t-elle à la plus haute antiquité, et cette précieuse espèce se trouve-t-elle aujourd'hui répandue chez presque tous les peuples. Mais quelle est la patrie primitive du Bœuf? Quelle est la souche sauvage dont il provient? Cette souche est-elle unique ou multiple?

Voilà tout autant de questions sur lesquelles les naturalistes ont beaucoup discuté sans jamais s'entendre, et qui sont entourées de trop graves difficultés pour que je me flatte moi-même d'en donner une solution complète. J'essaierai pourtant, dans les pages qui vont suivre, de résumer aussi brièvement que possible, les opinions de mes devanciers sur un sujet aussi intéressant, et je tâcherai d'ajouter quelques nouveaux arguments en faveur de celle qui me paraîtra se rapprocher le plus de la vérité.

Cherchons d'abord à fixer, autant que nous le permet l'état actuel de nos connaissances, la patrie primitive du Bœuf, *Bos taurus* des naturalistes.

Si l'on se rappelle les nombreux passages de l'Ecriture sainte où il est question de cet animal; si l'on songe que c'est dans les heureuses contrées situées entre le Tigre et l'Euphrate que la civilisation semble avoir pris naissance; si l'on considère que la plupart de nos animaux domestiques nous viennent de l'Asie, peut-être admettra-t-on sans difficulté que l'Asie est aussi le berceau des Bœufs qui sont devenus les compagnons de nos travaux. Telle est du moins l'opinion de M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire : telle est aussi la nôtre.

Cependant nous sommes loin de prétendre que l'Europe n'ait pu, à une époque comparativement assez récente, donner naissance à quelques-unes des races dont nous nous servons aujourd'hui; mais, même dans ce cas, la souche sauvage européenne proviendrait, selon nous, des taureaux

Digitized by Google

asiatiques transportés dans nos climats à une époque antérieure aux temps que l'on nomme historiques.

Quelle est donc la souche sauvage de nos Bœufs européens?

Est-ce le *Bonasus* d'Aristote, le Bison ou Bœuf velu des Romains (Senèque, Pline, etc.), le *Zubr* des Polonais, l'*Aurochs* des Allemands du Nord; ou bien est-ce le *Tur* ou *Thur* des Polonais actuels, si remarquable par sa crinière laineuse, le *Zebu* de l'Inde, l'*Urus* dont il est question dans César (1), et que ce guerrier historien nous représente comme un animal vivant dans la forêt hercynienne, d'une taille un peu plus petite que l'éléphant, très semblable au taureau par la couleur du pelage et par la configuration extérieure, mais différant de lui par la grandeur et la forme de ses cornes, et doué d'une force et d'une vélocité prodigieuses?

Ici les opinions sont on ne peut plus diverses. Nous nous contenterons de citer celles qu'ont émises deux de nos plus grands naturalistes, CUVIER et BUFFON.

Buffon, après avoir dit expressément qu'il ne faut pas confondre l'espèce de nos Bœufs avec celle de l'Aurochs, du Buffle et du Bison, abandonne bientôt cette première idée, et, dans un supplément à son histoire naturelle du Bœuf, il ajoute : « l'Urus ou Aurochs est le même animal que notre taureau commun dans son état naturel et sauvage. »

« Le Bison ne diffère de l'Aurochs que par des variétés accidentelles, et par conséquent, il est, aussi bien que l'Aurochs, de la même espèce que le Bœuf domestique. »

Enfin, il dit un peu plus loin : « Ainsi, le Bœuf sauvage et le Bœuf domestique, le Bœuf de l'Europe, de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique, le Bonasos, l'Aurochs, le Bison et le Zebu sont tous des animaux d'une seule et même espèce qui, selon les climats, les nourritures et les traitemens

(1) César, *de bello gallico*, VI. 28.

Digitized by Google

différents ont subi toutes les variétés que nous venons d'exposer.»

Cuvier admet, au contraire, qu'il a réellement existé deux espèces sauvages en Europe. L'une, le βονασος ou Bison des anciens, l'Aurochs des Allemands, le Zubr des Polonais, qui n'a jamais été soumise à l'esclavage; l'autre serait l'*Urus* de César, le Thur des Polonais, lequel, après avoir donné naissance à nos Bœufs domestiques, aurait complétement disparu de la surface du globe, et cela depuis un temps très rapproché de nous. (Vers la fin du XVI^e^ siècle.)

Enfin, loin de croire, avec Buffon, que notre Bœuf ordinaire est identique avec celui qu'on trouve dans les divers pays du monde, le Bison d'Amérique y compris, et le Buffle excepté, Cuvier énumère et décrit jusqu'à huit espèces de Bœufs, et il indique surtout entre le Bœuf proprement dit, l'Aurochs et le Bison d'Amérique, des caractères qui ne permettent réellement pas de les confondre.

Ainsi, indépendamment de ceux qui sont fournis par le crâne, à front plat et même un peu concave chez le Bœuf, à front bombé, plus large et moins haut chez l'Aurochs, il est d'autres signes distinctifs d'une très grande valeur, que Buffon ne connaissait pas, et qui tranchent tout à fait la question. C'est que l'Aurochs a *quatorze* paires de côtes; tandis que le Bœuf n'en a que *treize*; on compte chez l'Aurochs *cinq* vertèbres lombaires, on en trouve *six* chez le Bœuf ordinaire. Ces deux espèces ne sont donc pas identiques.

On ne saurait non plus, comme l'a fait Buffon, identifier le Bison américain avec notre Bœuf domestique, puisque le premier de ces animaux a *quinze* paires de côtes, et seulement *quatre* vertèbres lombaires.

Quant au Zebu, ou Bœuf bossu des Indes, il est bien prouvé aujourd'hui, que ce n'est qu'une simple variété du *Bos taurus*.

Digitized by Google

Reste l'*Urus*, dont l'ancienne existence à l'état sauvage est attestée non seulement par César, mais encore par une foule de témoignages irrécusables. Ainsi nous trouvons dans Pline le passage remarquable qui suit :

« Paucissima Scythia gignit, inopiâ fruticum : pauca contermina illi Germania, insignia tamen boum ferorum genera, jubatos bisontes, excellentique vi et velocitate uros, quibus imperitum vulgus Bubalorum nomen imponit, cum id gignat Africa, etc. » (Hist. nat. VIII, 15.)

On lit dans les *Niebelungen*, vaste épopée allemande qui remonte au siècle des *Hohenstaufen*, et que l'on attribue à l'un des *Minnesœnger*, ces ingénieux et mélancoliques troubadours de la Souabe :

« Darnach schluch er (der starke Sivrit) schiere einem Wisent, und einen Elchk, starchker Ure viere und einen grimmigen Schelchk. » (Edit. de v. d. Hagen, 1830, p. 114) Traduction : « Puis il (le valeureux Sigfrid) frappa tout à coup un Bison, un Elan, quatre vigoureux Urus et un Taureau furieux. »

D'après Hamilton Smith (*Règne animal* of Cuvier, by Griffith, p. 415.) Fitz Stephen parle des *Uri sylvestres* qui, de son temps (vers 1150), infestaient la grande forêt qui environnait Londres.

La famille écossaise de Turnbull a, dit-on, tiré son nom de l'Urus ou Tur, avec lequel un de ses ancêtres combattit au commencement du XIV^e^ siècle.

On sait que Saint-Saturnin fut attaché aux cornes d'un Bœuf sauvage, qui a donné son nom à l'une des églises qui, dans la suite, furent bâties en l'honneur de ce glorieux martyr (l'église du Taur, à Toulouse).

Enfin Hamilton Smith dit avoir vu chez un négociant d'Augsbourg, un vieux tableau dont l'origine doit remonter jusqu'aux premières années du XVI^e^ siècle.

Digitized by Google

Cette peinture représente en profil un Bœuf sans crinière, mais très velu, à grosse tête, à épaisse encolure. Son fanon est d'un noir de suie; son menton seul est blanc; il a les cornes dirigées en avant et en haut; un pelage assez pâle, plus foncé seulement sur les extrémités. Dans un angle du tableau, on voit des restes d'armoiries, et l'on distingue encore, bien qu'il soit à moitié effacé, le mot *Thur* écrit en lettres d'or.

Quant à l'Aurochs, très répandu autrefois dans toute la Pologne, en Prusse, et même dans les Vosges, les Ardennes et les Pyrénées, il est aujourd'hui à peu près exclusivement confiné dans la forêt de *Bialowicza*; il y vit sous la protection spéciale de l'empereur de Russie.

D'après un récensement fait en 1830, on comptait 772 Aurochs dans la forêt dont il s'agit; après l'insurrection de la Lithuanie, il ne s'en trouvait plus, le 12 novembre 1831, que 657. (1) Leur nombre a même diminué depuis cette époque, et peut-être le temps n'est-il pas bien éloigné où cette espèce finira par s'éteindre à son tour.

Quelques auteurs (Scaliger, Buffon, etc.) ont prétendu que le *Bison* et l'*Urus* des Romains, l'*Urochs*, *Auerochs* et *Aurochs* des Allemands, le *Zubr* et le *Tur* des Polonais, ne désignaient qu'un seul et même animal.

Les traditions historiques dont nous avons déjà parlé, et l'étymologie elle-même ne nous permettent pas de nous ranger de cet avis. Ainsi Herberstein (1588) décrit le *Bison* et l'*Urus* comme deux espèces bien distinctes, dont on a faussement mêlé et confondu les noms.

Les mots *Urus*, *Taurus*, *Tur*, ont la même racine germanique *ur*, qui dans presque toute la Suisse, sert encore à

(1) *Voy.* H. von Meyer, Ueber fossile Reste von *Ochsen, dans les* Nova Acta Naturæ curiosorum. Tom. XVII, pars 1, p. 107. Bonn, 1845.

Digitized by Google

désigner le Bœuf commun. (Personne n'ignore que le canton d'Uri porte dans ses armoiries une tête de taureau sauvage.)

La ressemblance est frappante entre les mots *Schor* (hébreu), *Thor* (chaldéen), *Dhar* (sanscrit), ταῦρος, *Taurus*, et l'allemand *Stier*, qui, tous, ont la même signification. Il est vrai que la similitude est au moins aussi grande entre les noms *Ur*, *Urus*, *Urochs*, *Auerochs* et *Aurochs*. Mais s'il faut en croire Hermann von Meyer, tous ces noms s'appliquaient d'abord au véritable Urus des Latins, à la souche primitive de nos Bœufs domestiques. Plus tard, et par abus, quand l'une des deux espèces sauvages fut éteinte, les dénominations dont il s'agit furent aussi appliquées au Bison (Aurochs). Bientôt le mot emporta l'idée, et l'on vit des naturalistes du premier mérite, Linné entr'autres, et Buffon lui-même, soutenir que l'*Aurochs*, ou Bison européen, avait produit nos Bœufs actuels. Rien dans le mot Bison ne rappelle l'*Urus*, le *Taurus*, le *Tur* des Polonais. *Wisent* ou *Wisend* est un vieux mot allemand qui, d'après Hagen, vient de l'ancien verbe *bisen* (aujourd'hui *Wüthen*) *être furieux*, ou de *Wiese, prairie*, parce que l'animal farouche qu'il sert à désigner se plaît dans les prairies humides et marécageuses. Quelle que soit la valeur de cette étymologie, elle est certainement préférable à celle qu'indique Cuvier, lorsqu'il avance, sans le prouver, que *Wisent* vient du mot teutonique *Bisam*, *musc*, (tous les bœufs répandent une odeur de musc plus ou moins prononcée). D'ailleurs *Bisam*, *musc*, est aussi peu d'origine teutonique que la substance exotique dont il est le nom.

Quant aux mots *Bœuf*, *Bos* des Latins, βοῦς des Grecs, évidemment construits par onomatopée, ils ont probablement leur racine dans la langue sanscrite, *Bhûs* signifiant dans cette langue *terre* et *vache*, symbole de la fécondité.

Digitized by Google

Le mot *Kuh*, *vache*, se retrouve également dans le sanscrit *ga*, l'albanais *ka* et le persan *gau* ou *ghau*. (Notez que γῆ ou γᾶ, en grec, est aussi le nom de la terre.)

Chose plus remarquable encore ! cette filiation se continue dans plusieurs langues indo-germaniques. Ainsi *vache* se traduit dans les dialectes bas-saxon, islandais, suédois, danois et écossais, par les mots *Ko*, *Koe*, *Kye*, dans lesquels il est facile de voir le dérivé anglais *Cow*.

Ainsi, soit que l'on consulte l'histoire, soit qu'on s'en rapporte à l'étymologie, tout semble nous prouver que l'Inde est la patrie primitive du Bœuf ; que de là il s'est répandu en Afrique, où nous le voyons représenté sur les plus anciens monuments de l'Egypte, et en Europe où, redevenu sauvage et connu sous les noms d'*Urus*, *Urochs*, *Aurochs*, il a donné naissance au taureau (*Thor*, ταῦρός, *Taurus*, *Tur*) et par suite à nos Bœufs domestiques, transportés depuis jusque sur le sol américain. Le Bison européen, improprement et ultérieurement désigné sous le nom d'*Aurochs*, n'a jamais été, comme ce dernier nom l'indique, le Bœuf primitif, le Bœuf souche du nôtre ; mais il est resté, au contraire, constamment à l'état de liberté dans les vastes forêts de la Gaule, de la Prusse, et surtout de la Lithuanie, qu'il semble avoir choisie pour tombeau. (1)

(1) On croit, mais il n'est pas encore bien prouvé, que l'Aurochs du Caucase est identique avec celui qui habite la Pologne.

Digitized by Google

NOTE

Sur les effets qu'exercent les courants

de différentes tensions et de sens différents,

Sur les corps magnétiques,

Par M. Th. du MONCEL.

Tous ceux qui se sont occupés de l'électricité voltaïque, ont pu remarquer l'action moléculaire exercée par les courants sur les corps conducteurs qui entrent dans leur circuit, surtout quand ils se trouvent fréquemment interrompus. Ainsi, un ressort de cuivre rouge servant de commutateur à un moteur électro-magnétique, devient dur et cassant comme s'il avait été trempé. Un fil de cuivre fin dans lequel passe continuellement un courant, s'oxyde à tel point, quand il est exposé à l'humidité, qu'au bout de peu de temps il n'est plus susceptible de conduire l'électricité, et se casse comme du verre.

L'électricité dynamique en agissant donc d'une manière continue sur les fluides moléculaires des corps, leur donne une espèce de trempe qui modifie l'état, l'arrangement ou les réactions attractives réciproques des molécules qui les composent. Pareil effet se produit sur les corps magnétiques sous l'influence du courant qui les constitue aimants. Mais, cet effet se manifeste principalement dans leur action magnétique. Ainsi, il existe une différence notable entre le poids porté par un électro-aimant qui n'a pas encore servi, et le poids supporté par le même électro-aimant lors d'une seconde expérience, en employant pourtant dans les deux

Digitized by Google

cas, la même force électrique et la même armature. Avec certains fers et des électro-aimants creux, cette différence est telle, qu'un électro-aimant portant 120 kilog. sous l'induction du courant d'un seul élément de Bunzen, au moment d'une première expérience, n'en portait pas 100, lors d'une deuxième expérience faite huit jours après, avec une pile peut-être même encore plus énergique. Mais, cet affaiblissement est bien loin de répondre à celui qu'éprouvent les électro-aimants, quand on leur a fait subir une aimantation considérable au moyen d'une très forte pile, et qu'ensuite on surexcite leur action magnétique avec une pile beaucoup plus faible. On pourra en avoir une idée par les chiffres suivants :

Un électro-aimant portait 160 kilog. avec un seul élément de pile lors d'une première expérience. Ayant été soumis au courant d'une pile de vingt éléments tous semblables au premier employé, puis essayé de nouveau avec un seul élément, il ne portait plus que 120 kilog. Tous les soins, d'ailleurs, avaient été pris pour que les deux éléments employés isolément dans les deux expériences pussent fournir un courant de même intensité.

Cette différence considérable m'avait fait penser que peut-être le fil de mon électro-aimant n'était pas parfaitement isolé, et qu'une secousse pouvait avoir établi dans la seconde expérience un contact qui n'avait pas eu lieu dans la première. Mais je ne pus méconnaître la réaction qui fait l'objet de cette note, quand après avoir appliqué à l'un de mes moteurs une force plus considérable que celle que j'employais ordinairement pour obtenir un effet donné, je revenais à cette première force. Il fallait en effet, presque doubler cette dernière; c'est-à-dire, employer quatre éléments pour obtenir l'effet mécanique qu'avaient fourni, dans l'origine, deux éléments seulement.

Digitized by Google

Ces différentes remarques m'ont conduit à faire des recherches sur les lois de ce décroissement de force magnétique avec l'accroissement des forces électriques, et j'ai constaté :

1° Que cet affaiblissement variait avec la nature des fers, et peut-être aussi avec la grosseur des fils.

2° Qu'il n'était pas proportionnel à l'augmentation des forces électriques, mais diminuait dans une proportion irrégulière, en sens inverse de l'accroissement normal de la force des électro-aimants.

3° Que l'effet dynamique, c'est-à-dire, l'action du courant voltaïque sur le courant magnétique créé dans le fer, subissait moins énergiquement cet affaiblissement. Ainsi, mon moteur à hélices oscillantes fondé sur ces réactions dynamiques, n'avait pas eu sa marche à beaucoup près autant altérée que les autres moteurs.

Ces différentes expériences montrent donc que l'aspiration magnétique ayant été une fois produite, puis interrompue, une partie du magnétisme développé a réagi sur l'attraction moléculaire du corps magnétique, et s'est combinée avec elle pour constituer un magnétisme rémanent peu sensible au dehors, mais considérable à l'intérieur du corps. (1) Voici deux autres faits qui semblent venir à l'appui de cette hypothèse :

Deux horloges électro-magnétiques de M. Paul Garnier, fonctionnaient ensemble sous l'influence d'un même courant (quatre éléments de Daniell). Les différentes pièces avaient été réglées pour que la résistance à l'action de l'électro-aimant fut la moindre possible, mais suffisante pour vaincre le magnétisme rémanent au moment de chaque interruption. Une troisième horloge ayant été interposée dans le circuit,

(1) C'est précisement cette augmentation dans la cohésion, qui peut expliquer la dureté survenue sous l'influence du courant, que j'ai signalée au commencement de cette note.

Digitized by Google

et par conséquent, la tension électrique ayant été diminuée, les deux premières horloges se sont trouvées arrêtées, non parce que le courant était trop faible, mais parce que le magnétisme rémanent était devenu plus fort, comparativement à la force agissante. D'après cela on voit que le magnétisme rémanent dépend de la force qui l'a surexcité, et qu'il devient pour ainsi dire une quantité constante pour toutes les forces qui sont au-dessous.

D'un autre côté, un électro-aimant qui a été soumis à l'action d'un courant fréquemment interrompu par un commutateur à renversement de pôles, conserve beaucoup moins le magnétisme rémanent qu'un électro-aimant dont le courant a toujours été interrompu dans le même sens. Il faut donc que l'action du courant sur l'attraction moléculaire ait fourni dans ce cas une résultante différentielle qui devient alors ce coefficient constant dont nous avons parlé.

Quoi qu'il en soit, l'action de l'électricité sur la *nature intime* des corps simples ne peut être mise en doute, et si les faits précédents ne suffisaient pas pour qu'on en fût convaincu, je n'aurais qu'à rappeler que le fer peut être rendu *passif* ou *actif* sous l'influence du courant suivant la manière dont celui-ci agit sur lui, que l'oxygène peut acquérir une activité chimique particulière et devenir de l'ozone quand il résulte d'une décomposition opérée par le courant. Par contre, la disposition moléculaire des corps peut modifier les actions électriques, et le dia-magnétisme en fournit des preuves bien convaincantes, puis qu'un corps qui sera magnétique, c'est-à-dire attiré par un aimant lorsqu'il sera dans tel milieu, deviendra diamagnétique ou sera repoussé quand il sera dans un autre milieu.

Digitized by Google

DOSAGE
DU GLUTEN DES FARINES

A L'ÉTAT HUMIDE ET SEC,

Par M. BESNOU.

Est-il plus exact de doser dans les farines de diverses qualités le gluten à l'état sec qu'à l'état humide ?

Cette question aussi nettement posée et prise à la lettre, peut recevoir sa solution immédiate. Evidemment, oui, il est toujours plus exact et seulement alors exact, de doser une substance à l'état sec, que plus ou moins humide, et peut-être le gluten surtout. Mais l'on ne peut entendre poser la question dans ces limites; aussi ai-je du penser qu'elle se réduit à savoir si les rapports entre les quantités de gluten sec et de gluten humide restent toujours pour le même opérateur dans des proportions sensiblement les mêmes ou bien dans quelles limites ils peuvent varier.

Bien que dans la lettre que j'insérai dans le journal l'*Armoricain*, le 25 mars 1847, en réponse à un article à ce sujet inséré dans la *Presse Agricole*, j'eusse pu trouver les documents nécessaires pour répondre immédiatement, j'ai cru devoir répéter à nouveau quelques essais qui m'ont fourni des résultats concordants.

A cet effet, j'ai pris 100 grammes des farines ci-contre, et les ai pétries avec 50 grammes d'eau, puis je les ai laissées environ une demi-heure pour les humecter complètement; elles m'ont donné les rapports qui suivent :

Digitized by Google

PROVENANCES ET ESPÈCES DE FARINES.	Perte d'eau par étuvage.	Gluten humide	Gluten sec.	Rapport du glut. humide au g. sec	Gluten sec par 100 de farine sèche.	OBSERVATIONS.
Farines d'armement de Nantes.....	10 70	25 85	8 30	3 110	9 295	L'étuvage des farines a été fait à 100 au moyen de l'eau bouillante; mais le dosage du gluten n'a pas été opéré avec ces farines ainsi séchées: ce qui eût pu donner un rendement plus élevé peut-être, l'albumine coagulée ayant dû rester unie au gluten.
id. Bordeaux ...	11 60	30 50	9 00	3 390	10 181	
id. Landerneau .	13 20	27 20	9 40	2 890	10 829	
Farines de la marine à 33 p. %.....	14 90	33 30	10 90	3 020	12 819	
id. à 15 p. %.....	15 00	26 50	8 70	3 040	10 235	
id. à 12 p. %.....	14 70	27 15	9 05	3 000	10 608	
Farines de blés de New-Yorck à 33 p. %		33 00	10 30	3 203		
id. de Bretagne à 33 p. %		35 30	10 70	3 261		
id. id. à 33 p. %		40 00	12 00	3 333		
Farines brutes dites en rame de la mar.		28 66	9 60	2 985		
id.		29 30	10 00	2 930		
id.		27 60	9 50	2 905		
id.		29 40	10 00	2 940		
id.		29 20	10 00	2 920		
id.		30 00	10 10	2 970		
id.		28 40	9 96	2 851		
id.		28 20	9 70	2 907		
Basses farines pour pain de chiourme		16 40	3 70	2 877		
Rapport moyen du gluten sec au gl. humide.						
Farines d'armement et à 33° p. hopit.				3 13		
id. brutes dites en rame.....				2 914	3 02	
id. épurées à 15 ou à 12 pour équipages et troupes de terre				3 02		
Basses farines pour pain de chiourmes.....				2 877		

Digitized by Google

De ces essais résulte bien évidemment, qu'en agissant avec toutes les précautions possibles, on ne peut arriver *exactement* à avoir deux doses de gluten humide dont la proportion d'eau d'imprégnation soit *exactement la même*. C'est une impossibilité, mais il ne ressort pas moins évidemment que pour le même opérateur, les différences obtenues sont minimes, et les résultats suffisants, certes, pour les essais commerciaux, et que l'on peut prendre le tiers du poids du gluten humide pour apprécier la richesse en gluten sec.

Cette observation n'est pas sans importance, et en effet, il m'a fallu trois jours pour arriver à la dessication complète du gluten, bien que je l'eusse étendu en couche mince sur des lames de verre; ce qui nécessite une dépense de combustible assez élevée.

En résumé, nous disons qu'il ne saurait être contestable qu'il est absolument et seulement *exact* de doser le gluten des farines à l'état sec, mais que pour les transactions commerciales qui doivent se faire avec promptitude, il est suffisamment approximatif de le doser à l'état humide en en prenant le tiers, comme poids, à l'état sec.

NOTE

SUR LES SULFOCYANURES ALCALINS ET FERRIQUES,

Par M. BESNOU.

Voulant m'assurer quel était l'élément contenu dans les sulfocyanures qui opérait la réduction des composés oxygénés des trois corps halogènes, pensant à priori que ce ne pouvait être le cyanogène lui-même, si peu stable dans ses combi-

Digitized by Google

naisons oxygénées, je suis arrivé par des moyens indirects à devoir penser que c'est très probablement à l'*élément sulfuré* ou à l'*état incomplet* d'oxydation du fer dans le sel ferreux qu'il faut attribuer ce mode d'action.

En effet, les *cyanures simples*, les *platinocyanures*, l'*acide platinocyanhydrique* lui-même n'agissent nullement sur les acides et sels des trois corps halogènes; le *ferricyanure potassique* est également sans influence, tandis que le *cyanure jaune* décompose et réduit également les combinaisons oxygénées de l'iode mais non du *brôme* ou du *chlore*.

Le *sulfate cuivrique* ne donne lieu à aucun phénomène de réduction, ainsi que la composition de son oxyde l'indiquait; le *protosulfate de fer* au contraire, agit énergiquement.

Le fer, le zinc, le cuivre réduisent de suite les acides iodique, periodique, brômique, mais non l'acide chlorique dilué, et l'acide perchlorique.

L'*Iodate potassique* est réduit également par ces trois métaux, mais non le brômate ou le chlorate.

Enfin, le *soufre sublimé* m'a présenté une anomalie assez bizarre et une réaction curieuse; il ne décompose ni l'acide iodique, ni l'acide chlorique, ni leurs sels; mais avec l'acide brômique et le brômate, il se produit du brôme assez promptement.

En résumé, c'est donc principalement à l'*élément sulfuré* qu'il faut attribuer ces diverses réactions, quoique l'état d'oxydation incomplet du fer vienne y contribuer dans les cas où ce métal se trouve faire partie constituante de la combinaison.

En outre, le *fer*, le *zinc* et le *cuivre* réduisent avec facilité les combinaisons oxygénées de l'iode et du brôme, tandis que le *soufre* présente une anomalie assez remarquable en n'agissant que sur l'acide brômique et ses sels.

Digitized by Google

DES PROPRIÉTÉS

FÉBRIFUGES ET ANTIPÉRIODIQUES

DU

CHLOROFORME,

Par le Dr J. DELIOUX de SAVIGNAC.

S'il est un fait solidement établi en thérapeutique, c'est que le quinquina est le plus efficace de tous les médicaments fébrifuges ou antipériodiques. L'arsenic, lui-même, qui partage incontestablement avec lui ces propriétés précieuses, ne vient qu'en seconde ligne, et ce qui donne surtout aux préparations arsénicales une infériorité relative vis-à-vis des préparations de quinquina, c'est que l'on ne peut prudemment hausser la dose des premières comme on le fait impunément pour les secondes quand on a affaire à une fièvre pernicieuse.

Or donc, en présence de la cherté croissante de l'écorce péruvienne, le but de nos efforts doit être plutôt de créer la

Digitized by Google

quinine artificielle que de lui chercher un succédané. Sans doute l'avenir est le champ de l'imprévu; nul ne peut dire si la pharmacologie ne s'enrichira pas quelque jour d'un agent aussi héroïque dans le traitement des maladies paludéennes; mais nous savons, quant au présent, que tous les médicaments, que toutes les médications (et le nombre en est immense) vantés avec plus ou moins de raisons contre ces maladies, doivent céder le pas au quinquina, et il y a mille fois plus de chances pour qu'un chimiste parvienne prochainement à former la quinine par voie d'analyse ou de synthèse, que pour la découverte d'une substance vraiment digne de remplacer cet alcaloïde.

Toutefois, les succédanés fébrifuges du quinquina (ceux, bien entendu, dont l'efficacité, quoique secondaire, peut réellement entrer en ligne de compte), ont droit à notre intérêt pour plusieurs motifs.

1° Si dans les pays où la fièvre intermittente est endémique, on ne peut sûrement s'adresser pour en couper les accès qu'au quinquina et à l'arsenic, ces succédanés suffisent très souvent dans les fièvres *légères* qui régnent sporadiquement, particulièrement en automne et au printems, dans des localités non soumises aux influences marématiques.

2° Dans l'immense majorité des cas, la quinine coupe les accès intermittents; elle agit ainsi, — quand on l'administre suivant les règles tracées par l'expérience clinique; — quand les doses minimes restant sans effet, on les hausse hardiment; — quand le médicament ayant échoué après son administration par la bouche, on le fait pénétrer dans le rectum à l'aide d'un lavement, et *vice versâ;* essayer de l'introduire dans l'économie par les méthodes iatraleptique et endermique, c'est faire la plupart du temps une dépense inutile d'une substance presque complètement réfractaire à l'absorption cutanée; mais quelques précautions que l'on ait apportées à

Digitized by Google

l'administration de la quinine, quelque ingéniosité que l'on mette en œuvre pour développer son action, il est des circonstances où elle échoue; elle échoue fort rarement dans les premières attaques d'une fièvre intermittente vierge de tout traitement; mais l'insuccès n'est que trop fréquent chez les sujets atteints de fièvre intermittente ancienne, opiniâtre, à récidives répétées; chez ces fébricitants à grosse rate, en proie à une véritable cachexie paludéenne, l'action du quinquina semble épuisée, et si bien qu'alors des fébrifuges, tels que les ferrugineux, les amers, qui dans l'état aigu de l'affection intermittente, n'auraient eu qu'une action faible ou nulle, en arrêtent ou en suspendent dans l'état chronique les accès périodiques ou irréguliers mieux que toutes les préparations de quinquina.

3° Enfin, le quinquina devient si rare, et la quinine si chère, que des raisons à la fois de prévoyance et d'économie nous autorisent à leur substituer des médicaments à l'abri des éventualités d'une disette, comme à la proximité de toutes les bourses, surtout en dehors des localités où règne l'endémie paludéenne. Mais ces essais devront être faits avec une extrême circonspection; car il ne faut pas, pour une question d'amour-propre d'inventeur, jouer la guérison ou la vie des malades; et l'on devra sans cesse avoir présent à l'esprit, surtout dans les pays où dominent les fièvres à quinquina, que l'élément pernicieux peut se surajouter à tout état intermittent, que l'impéritie seule en méconnaîtrait les premières manifestations, et qu'il y aurait témérité à recourir pour les conjurer à d'autre remède que la quinine à haute dose.

Ces réserves étant faites tout en faveur de la supériorité du quinquina; — reconnaissant, en outre, la valeur de l'action fébrifuge et antipériodique des arsénicaux, et sans refuser une certaine efficacité aux principaux succédanés du quinquina et de l'arsenic, je crois intéressant et utile de signaler

Digitized by Google

quelques observations qui augmenteront le nombre des propriétés attribuées à un composé qui vient de prendre dans la thérapeutique un rang si important, — le chloroforme.

Je crois, en effet, être arrivé à constater que le chloroforme jouit de propriétés antipériodiques et fébrifuges assez marquées.

Mes premières expériences datent du commencement de l'année 1849, à l'hôpital maritime de Rochefort.

Rigoureusement parlant, aucune induction rationnelle ne m'a conduit à l'emploi du chloroforme dans le traitement des fièvres intermittentes. Cependant le souvenir des propriétés fébrifuges attribuées à l'éther par certains médecins, m'en a donné quelque idée. D'un autre côté, ayant administré à des malades atteints de phthisie et de catarrhe pulmonaires, des potions contenant quelques gouttes de chloroforme, comme M. Nathalis Guillot l'avait fait longtemps avant la découverte de l'action anesthésique de cet agent, et ayant remarqué que non seulement il calmait les douleurs de poitrine et la toux, mais que souvent aussi il modérait le mouvement fébrile et les sueurs nocturnes, et favorisait le sommeil, je pensai qu'à côté ou par suite de ces propriétés antispasmodiques et sédatives, il pourrait posséder une action fébrifuge plus ou moins puissante.

Je n'ai jamais essayé, dans les fièvres intermittentes, les inhalations de chloroforme; je me suis borné à l'administrer à l'intérieur.

Il a été donné d'abord à des malades atteints de fièvres anciennes et rebelles, chez lesquels les préparations de quinquina, les ferrugineux, les toniques amers ne parvenaient plus à suspendre, au moins d'une manière durable, les accès. Il a souvent, dans ces circonstances, enrayé la maladie; ce qui ne prouve pas, comme j'ai eu soin de l'établir précédemment, qu'il soit supérieur aux autres fébrifuges; souvent

Digitized by Google

aussi il a échoué, ou bien les accès n'ont été suspendus que pour peu de tems, résultat qui pouvait être attribué autant à son peu d'efficacité qu'à l'opiniâtreté de la fièvre.

C'était, à mon avis, en essayant le chloroforme sur des affections intermittentes aiguës et non encore attaquées par le quinquina, que l'on pouvait le mieux juger son influence antipériodique.

J'avais, en conséquence, l'intention de l'expérimenter sur une assez grande échelle pour offrir une statistique comparative de succès et d'insuccès, basée sur un certain nombre de chiffres.

Mais par suite de l'épidémie de choléra, l'hôpital maritime de Rochefort reçut pendant l'été et l'automne 1849 beaucoup moins de fièvreux que les années ordinaires, tant parce que l'épidémie cholérique dominait l'endémie paludéenne, que parce que les malades étaient retenus dans les infirmeries régimentaires ou dans leurs familles, au lieu d'être dirigés sur l'hôpital qui, pendant quelque temps, paraissait être devenu un foyer d'infection. Après le choléra nous n'avons encore eu qu'un fort petit nombre de fiévreux, comparativement aux années précédentes, et comme la plupart y entraient pour des rechûtes de fièvre, sous le type quarte, surtout, c'est-à-dire sous la forme la plus rebelle, il me serait difficile de préciser la valeur du nouvel antipériodique comparativement aux anciens. Cependant quelques expériences nouvelles tentées dans le courant de l'année 1850 ont confirmé l'opinion favorable que j'avais conçue de l'efficacité du chloroforme dans certains cas de fièvres intermittentes; je puis donc avancer que le chloroforme, abstraction faite de ses propriétés anesthésiques qui ne sont point en cause, en outre de ses propriétés antispasmodiques et sédatives que j'ai souvent aussi mises à l'épreuve, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, jouit de propriétés antipériodiques et fébrifuges qui, pour être infé-

Digitized by Google

rieures à celles du quinquina et de l'arsenic, n'en sont pas moins positives, et qu'à ce titre il mérite d'être expérimenté dans les affections intermittentes. J'ose appeler, sur ce sujet, l'attention des praticiens, en leur faisant appel pour qu'ils veuillent bien répéter mes essais.

Je joins à cette note quelques observations qui permettront de juger, au moins d'une manière absolue, la portée du chloroforme comme agent fébrifuge.

1re Obs. *Avril 1849.* — Marie B....., vingt ans, atteinte de fièvre tierce, dont elle a eu deux accès avant ma visite. L'année précédente, vers la même époque, elle a eu une fièvre quotidienne, qui a cédé à l'emploi de la quinine, mais après le septième ou le huitième accès seulement.

Avant le troisième accès, potion avec gramme 0,75 de chloroforme. Quelques heures après la potion, nouvel accès, beaucoup plus faible que les précédents, dont les trois stades sont pourtant bien marqués.

Après un jour intercalaire, potion avec 0,75 de chloroforme.

L'accès ne revient pas.

Une troisième potion avec 0,60; — la fièvre n'a plus reparu. — Je me suis assuré que, ultérieurement, aucune rechûte n'a eu lieu.

2e Obs. *16 Juillet 1849.* — Gaillet, ouvrier au port, 20 ans. — Première invasion; fièvre tierce, jours impairs, trois accès avant l'entrée à l'hôpital; n'a subi aucun traitement; bronchite légère, toux fréquente pendant l'accès, un peu de pleurodynie au côté gauche du thorax. — Tisane pectorale, 1 looch. — Régime, bouillon, lait.

17. — Jour d'accès. — Prescription *ut suprà* plus : cataplasme et 2 ventouses sèches *loco dolenti,* 1 looch avec 1 gramme de chloroforme. — L'accès n'a point paru.

18. — La douleur de côté a diminué, apyrexie complète, très peu de toux. — Prescription : quart de potion, demie de lait; tisanne pectorale, 2 loochs; cataplasme thoracique.

19, — Jour d'accès. — Prescription *ut suprà,* — Plus de douleur de côté. 1 looch avec 1 gramme de chloroforme. — Pas d'accès.

20. — Le malade est tout-à-fait bien et demande à reprendre son travail; il obtient sa sortie de l'hôpital en promettant d'y rentrer si

Digitized by Google

sa fièvre récidive. Comme nous ne l'avons point revu, sa guérison a dû être considérée complète.

Je pense qu'à l'action fébrifuge si prompte du chloroforme dans ce cas, a dû se joindre une action antispasmodique sur la douleur névralgique du thorax.

3e Obs. *Juillet 1849.* Gruvaux, ouvrier charpentier au port, 19 ans, atteint de fièvre quotidienne depuis huit jours; accès le matin vers huit heures. — Première invasion ; n'a subi aucun traitement.

17, 5 heures du soir.—Le malade est au troisième stade de l'accès; aucune potion fébrifuge n'est prescrite. — Diète, eau gommée.

18, matin. — Une potion gommeuse avec un gramme de chloroforme, a été administrée de bonne heure; dans la prévision de l'apparition prochaine de l'accès, le malade est tenu à la diète.

A 3 heures du soir, l'accès n'est point venu; une soupe est accordée pour dîner.

19, matin. — Même potion que la veille ; l'apyrexie est complète pendant toute la journée; mais le malade a toujours de l'anorexie, de la faiblesse, et se contente de la soupe et de la demie de lait pour régime.

Le lendemain, 20. — Le malade se croyant guéri, réclame avec instance, malgré nos avis, la reprise de son travail. — Exeat.

21 Juillet.—Gruvaux rentre à l'hôpital pour fièvre, au même type quotidien et à la même heure; il a, en outre, une bronchite légère; examiné à 3 heures du soir, il est au déclin de l'accès commencé le matin. — Bouillon, eau gommée, looch.

25. — Un peu de fièvre le matin; on pense qu'elle correspond à l'accès quotidien commencé avant la visite; on attend pour administrer un fébrifuge, mais à trois heures un nouvel accès débute par un frisson bien marqué et parcourt dans la soirée ses 2e et 3e stades. — eau gommée, 2 loochs. — Diète.

26. — Apyrexie le matin. — Prescription *ut suprà*, plus une potion avec 1 gramme de chloroforme. — Le reste de la journée se passe sans fièvre.

27. — Prescription : eau gommée, 2 loochs, potion avec 1 gramme de chloroforme. — L'apyrexie continue toute la journée. — Régime : le matin, soupe, le soir, quart. — La bronchite a beaucoup diminué.

28. — Même prescription que la veille ; apyrexie. — Régime : demie le matin, quart le soir, demie de vin.

Digitized by Google

29. — Le chloroforme n'est prescrit qu'à la dose de 60 centigrammes, l'apyrexie continue ; le malade mange la demie entière.

30. — Le malade sort guéri complétement, cette fois, de sa fièvre et de sa bronchite. Le chloroforme n'a pas dû non plus être sans influence sur la guérison rapide de cette dernière affection.

4e Obs. *Juillet 1849,* — Audouin, soldat du 72e régiment d'infanterie de ligne. — fièvre quotidienne depuis sept jours, accès vers midi. — 2e invasion ; il y a, en outre, dans ce cas, comme dans un grand nombre de nos fièvres endémiques, état saburral des voies digestives, embarras gastro-intestinal.

24, 3 heures du soir. — Déclin d'un accès commencé vers midi.

25, au matin. — Apyrexie, bouche amère, langue saburrale, constipation, légères coliques.—Eau gommée; lavement avec 60 grammes de mélasse, potion gommeuse avec gramme : 1,25 de chloroforme. — Bouillon.

3 heures du soir.— Pas de fièvre; une selle après le lavement; un peu de toux. —Un looch: — une soupe.

26. — Une potion avec un gramme de chloroforme le matin.— La journée se passe sans fièvre , mais il survient des coliques assez vives; deux selles à peu près normales ; la toux continue. — Eau gommée, 2 loochs, cataplasmes sur l'abdomen , 1/4 lavement laudanisé. — Deux soupes

27. — Apyrexie; amélioration prononcée du côté des voies digestives. — Eau gommée, 2 loochs ; potion avec 75 centigrammes de chloroforme; soupe le matin, quart le soir.

28. — Apyrexie; appétence, plus de coliques ni de toux. — Potion avec 50 centigrammes de chloroforme; eau gommée, quart pour la journée.

29 et 30. — Etat de bien-être parfait. — Eau gommée; demie.

2 août. — Exeat. — Point de récidive à ma connaissance,

5e Obs. — Deniger, Charles, agent de surveillance des chiourmes, âgé de 32 ans, atteint de fièvre quarte depuis le mois de Juin 1848; il est entré plusieurs fois à l'hopital, a pris beaucoup de sulfate de quinine, sans obtenir d'amélioration durable, la fièvre récidivant sans cesse. Les accès étaient, en général, très intenses, et débutaient par un frisson prolongé.

En avril 1849, Deniger revient à l'hôpital, toujours pour la même

Digitized by Google

affection; on essaye encore d'enrayer les accès à l'aide du sulfate de quinine, donné à 1 gramme avant l'accès ; en outre deux verres de vin de quinquina sont administrés chaque jour ; ce traitement échoue. Alors, je prescris les potions chloroformées, et cet essai est suivi d'une réussite prompte et complète.

Depuis le mois de mai jusqu'à la fin de l'année 1849, Deniger n'a pas eu de fièvre; jamais, depuis la première invasion, il n'avait éprouvé un si long bien-être.

Mais le 29 Décembre, la fièvre reparaît sous le type quarte et le malade rentre dans mon service. Il est soumis d'abord à la quinine et au vin de quinquina; après quatre accès, le 10 janvier 1850 seulement, l'apyrexie se prononce.

Le 15 janvier, nouvel accès, malgré la continuation du sulfate de quinine à dose décroissante, et du vin de quinquina à 2 verres par jour. Alors le malade, se rappelant les bons effets qu'il avait retirés du chloroforme au mois d'avril 1849, me prie de lui administrer de nouveau ce médicament. Il était rationnel de condescendre à ce désir, et le chloroforme fut prescrit à la dose de, gramme : 1,20, tous les trois jours avant l'accès.

La fièvre fut immédiatement suspendue jusqu'au 30 janvier, jour où parut un léger accès; le médicament fut alors porté à 2 grammes, puis à 2,50, et continué jusqu'au 12 février en abaissant graduellement la dose jusqu'à 1,50.

Enfin, Deniger est sorti de l'hôpital le 14 février, et depuis le 30 janvier jusqu'à la fin de l'année aucune rechûte n'a eu lieu.

Il serait fastidieux de multiplier les observations ; les cinq qui précèdent doivent suffire pour démontrer que le chloroforme a une action positive sur les manifestations périodiques des fièvres paludéennes, non seulement lorsque ces fièvres sont récentes et bénignes, mais même quand elles sont anciennes et rebelles. Il mérite donc d'être expérimenté à titre d'antipériodique.

Je n'ai pas encore eu l'occasion de l'employer dans les névralgies intermittentes; mais il me paraît y être bien indiqué sinon sans l'aide du quinquina et de l'arsenic, du moins comme adjuvant, ses propriétés antispasmodiques

Digitized by Google

pouvant utilement s'exercer en même temps que son action antipériodique. Dans ce cas, je compterais plus encore sur son administration interne que sur son emploi à l'extérieur sur les parties endolories.

Dans mes expériences cliniques, le chloroforme n'a presque jamais déterminé d'autre effet que la cessation de la fièvre. Les potions chloroformées ont une forte saveur à la fois menthée et éthérée qui ne répugne pas à la généralité des malades; quelques-uns d'entr'eux ont accusé une sensation passagère de chaleur depuis le pharynx jusqu'à l'estomac, au moment de l'ingestion, mais sans que cette sensation eût rien de pénible ou de douloureux; quelquefois encore une sorte d'ébriété très légère et fugitive s'est manifestée, très rarement suivie de céphalalgie peu intense; mais, je le repète, dans la majorité des circonstances, il n'y avait d'appréciable que les effets thérapeutiques.

Je ne me suis pas aperçu que le chloroforme diminuât le volume de la rate engorgée, du moins immédiatement. Plus disposé, d'ailleurs, à considérer cet engorgement comme le résultat que comme la cause des fièvres, je crois que sous l'influence du chloroforme aussi bien que de la quinine, la rate reprendra son volume normal, non parce que les molécules médicamenteuses auront agi directement sur elle, mais parce que l'état fébrile intermittent aura disparu. Il est loin de ma pensée d'exprimer que cet état soit une entité morbide; je veux dire seulement que je le crois fondé primitivement sur des lésions, soit organiques, soit humorales, autres que celle de la rate, et que les lésions de ce dernier organe, malgré leur importance, ne sont que secondaires. Mon opinion, enfin, conforme à celle d'un grand nombre de praticiens, c'est que les causes matérielles des fièvres intermittentes se trouvent dans des lésions du sang ou de l'appareil nerveux, des deux à la fois peut-être, et que les médica-

Digitized by Google

ments qui les guérissent agissent principalement sur les nerfs par l'intermédiaire du sang. Mais j'insisterai d'autant moins sur ces vues théoriques auxquelles je n'attache qu'une importance très sommaire, dans la circonstance actuelle, que je ne veux appeler ni l'attention, ni la discussion sur aucun autre point que les propriétés fébrifuges, expérimentalement constatées, du chloroforme.

Je n'ai pas dépassé encore la dose de 2 grammes 50 à l'intérieur; cette dose chez Deniger, n'ayant pas déterminé le moindre accident, on est autorisé à la dépasser encore, et à expérimenter la tolérance de l'organisme relativement au chloroforme, en apportant dans cette expérimentation la prudence et la moralité que commande l'emploi de cet agent énergique. Il est possible, d'ailleurs, qu'en prescrivant des doses plus élevées que celles que j'ai administrées, on arrive à produire des effets fébrifuges plus prononcés, et, partant, à des résultats plus concluants. Peut-être aussi, sous l'influence de l'état morbide qui constitue les affections intermittentes, la tolérance de l'économie à l'égard du chloroforme serait-elle plus grande que dans l'état de santé ou même que dans toute autre maladie; si le fait était démontré, si seulement la supposition est admise, il faudrait n'essayer qu'avec réserve ce médicament, en dehors de cet état morbide. Je crois déjà avoir observé que les malades atteints de phthisie, de catarrhe pulmonaire, d'asthme symptômatique, auxquels j'ai fait prendre des juleps additionnés de chloroforme, n'en ont généralement éprouvé des effets calmants et antispasmodiques que sous l'influence de doses très minimes, 20 ou 30 centigrammes, et qu'au lieu de ces effets plusieurs ont éprouvé un malaise qui m'a forcé à renoncer à cet agent thérapeutique; jamais chez ces malades il n'a été avantageux de dépasser la dose de 60 centigrammes. Les faits de ce genre ne sont rien moins que

Digitized by Google

rares en thérapeutique ; non-seulement la tolérance des médicaments est plus grande dans l'état pathologique, en général, que dans l'état normal, mais celle de certains médicaments est plus grande dans tel état pathologique que dans tel autre. Ainsi, par exemple : les antimoniaux ne sont nulle part mieux tolérés que dans la pneumonie, et dans d'autres affections où ils le sont moins, l'état inflammatoire est pourtant monté à son summum d'intensité; dans les fièvres intermittentes il y a pour la quinine une tolérance excessive; quand elles se compliquent de l'élément pernicieux, les doses de 4, 5 et 6 grammes ne produisent souvent que des guérisons merveilleuses sans aucun trouble du côté du système nerveux : tandis que dans d'autres affections où l'on a osé l'administrer aussi à haute dose, dans le rhumatisme, par exemple, on a vu bien plus souvent les troubles nerveux se manifester, et quelquefois avec une gravité assez grande pour compromettre la vie des malades, sans que leur état fût amélioré par cette téméraire médication.

L'innocuité parfaite du chloroforme ingéré dans l'estomac, aux doses précitées, doses qui paraissent pouvoir être dépassées, fait naître une remarque importante; sans nul doute, les mêmes quantités de ce médicament qui ont été absorbées par les veines stomacales chez tous nos fébricitants, auraient chez plusieurs d'entr'eux, déterminé des accidents graves si elles avaient été transportées par inhalation dans les voies aériennes. Pourquoi, suivant le mode d'administration, pour le chloroforme comme pour l'éther, voit-on se produire des effets physiologiques si différents, effets presque nuls dans un cas, et si fortement exprimés dans l'autre?

Il me reste à dire de quelle manière j'administre le chloroforme.

Je l'ai prescrit d'abord *par gouttes* dans une potion gommeuse ou dans un looch; comme il n'est que peu soluble

Digitized by Google

dans l'eau pure, et qu'en raison de sa densité il se dépose au fond de ce liquide, en ajoutant au véhicule du mucilage, et en recommandant au malade d'agiter fortement la potion avant de la boire, j'assurais autant que je le croyais possible, la division et la suspension du chloroforme à défaut de sa complète dissolution. Il y avait dans ce *modus faciendi* quelque chose de défectueux qui ne m'échappait point, car le chloroforme ayant une action topique très irritante, il était à craindre que restant en partie indissous, il n'irritât quelques points de la surface de l'estomac. Ayant remarqué ultérieurement que l'addition d'une forte proportion de sirop de sucre aux potions, favorisait notablement la dissolution du chloroforme, j'eus l'idée de l'incorporer préalablement au sirop, et j'ai eu tout lieu de m'en applaudir en voyant que ce sirop se mélangeait très bien et en toutes proportions à l'eau, et qu'il offrait ainsi un excellent moyen d'administrer le chloroforme à l'état de dissolution aqueuse, ou au moins dans un état de division extrême.

Il était, en outre, fort irrationnel de doser ce médicament par gouttes, en évaluant, comme on le fait d'habitude la goutte à cinq centigrammes; car la goutte de chloroforme ne pèse que 25 milligrammes environ et deux gouttes pèsent assez exactement 5 centigrammes: cela paraît extraordinaire au premier abord, ce liquide étant plus dense et plus lourd que l'eau: mais comme l'a fait remarquer M. Dorvault, ce faible poids tient à la petitesse de la goutte de chloroforme, et il tend à diminuer encore par suite de l'évaporation qui se produit pendant ce mode de dosation. Pour un agent aussi énergique il fallait doser rigoureusement et au poids.

J'ai fait, en conséquence, préparer un *sirop de chloroforme*, en donnant d'abord pour proportions: 5 centigrammes de chloroforme pour 2 grammes de sirop, mais après m'être enhardi dans l'administration interne de l'élé-

Digitized by Google

ment actif de ce sirop, j'ai changé la formule en doublant la dose de chloroforme de façon que chaque gramme en contînt 5 centigrammes. Après avoir fait le mélange, il faut l'agiter fortement dans une fiole bouchée à l'émeri, afin de favoriser la dissolution ; sans cette précaution il arrive que le chloroforme reste en partie suspendu et non dissous sous forme de petits globules perlés au milieu du sirop.

Ce sirop, avec la précaution de le renfermer dans un flacon exactement bouché, paraît susceptible d'une bonne conservation. Il présente, surtout quand on le regarde par transmission, un aspect chatoyant et une sorte d'éclat métallique. Exposé à l'air dans un flacon à tubulure étroite, il laisse dégager assez lentement le chloroforme, et pourrait être employé pour produire des effets anesthésiques légers, sous l'effort de l'inspiration, à titre, par exemple, de calmant, d'antispasmodique, dans les états nerveux auxquels on oppose vulgairement les inspirations éthérées.

(Je me suis rencontré avec M. Dorvault, dans la préparation du sirop de chloroforme qu'il avait indiqué dès l'année 1848 ; ce n'est qu'ultérieurement que j'ai eu connaissance de sa formule ; je laisse donc à ce pharmacien distingué le mérite de la priorité.)

En définitive, c'est à ce sirop que j'ai recours exclusivement aujourd'hui, comme plus facile à doser que le chloroforme pur, pour l'usage interne.

Dans les fièvres intermittentes, j'administre les potions chloroformées comme je ferais des préparations de quinine ; elles sont prescrites quelques heures avant l'accès, à prendre en 3 ou 4 fois, à quart d'heure ou demi-heure d'intervalle ; il est bon que la dernière prise soit consommée trois ou quatre heures au plus avant le début présumé, lorsque l'intervalle s'est écoulé

Digitized by Google

j'explique par l'action plus fugitive, la portée plus courte du chloroforme comparativement à la quinine. Il m'arrive souvent dans les fièvres tierces et quartes opiniâtres de donner le médicament tous les jours, en forçant la dose le jour de l'accès; je le continue pendant quelques jours après le dernier accès observé, à doses décroissantes, et enfin le 7e et le 14e jour de l'apyrexie, je reprends l'usage d'une ou deux potions chloroformées, tant pour parfaire la guérison que pour prendre quelques garanties contre les récidives.

FORMULES.

Sirop de Chloroforme. (DELIOUX.)

Chloroforme.....	5	grammes.
Sirop simple.....	100	id.

Agitez fortement le mélange et conservez dans un flacon à l'émeri.

Potions antispasmodiques.

N° 1.

Sirop de chloroforme	4 à 12	grammes.
Looch blanc du codex.....	1	n°.

N° 2.

Sirop de chloroforme.....	4 à 12	grammes.
Sirop de fleurs d'oranger.....	30	id.
Infusion de tilleul gommée...	120	id.

Ces potions ont été administrées avec avantage, comme béchiques, calmantes, antispasmodiques, à des malades atteints de catarrhe pulmonaire, d'asthme, de phthisie; elles conviendraient également dans le traitement de plusieurs

Digitized by Google

états nerveux qui réclament la médication antispasmodique, mais dans ce cas la dose de chloroforme pourrait être augmentée.

Potion antipériodique.

Sirop de chloroforme..... 20 à 60 grammes.
Eau gommée..... 120 id.

à prendre en 3, 4 ou 5 fois, dans l'intervalle des accès et quelques heures avant leur apparition, dans le cours des maladies périodiques.

Pommade chloroformée.

Chloroforme..... 4 à 8 grammes.
Axonge..... 30 id.

en onctions ou frictions, 2 ou 3 fois par jour, sur les parties affectées de douleurs névralgiques ou rhumatismales.

Ce mode de traitement est fréquemment suivi d'améliorations ou même de guérisons promptes et durables.

Huiles chloroformées.

On peut aussi mélanger en diverses proportions, — celles par exemple, indiquées ci-dessus pour la pommade, — le chloroforme avec l'huile simple, l'huile camphrée, le baume tranquille.

Ces huiles chloroformées produisent des effets avantageux et analogues à ceux de la pommade de même nom, dans le traitement des rhumatismes et des névralgies.

Il est bon de prévenir que les topiques chloroformés déterminent souvent l'irritation de la peau, surtout si on les applique par friction. Des embrocations émollientes ou des cataplasmes suffisent à enlever cette irritation qui, du reste, loin d'aggraver le mal, peut renforcer l'action anesthésique en opérant une révulsion.

Digitized by Google

INFLUENCE DE L'AIR COMPRIMÉ

SUR L'HOMME,

SOUS QUELQUES POINTS DE VUE INÉTUDIÉS,

Par M. PAYERNE.

On s'est beaucoup occupé de l'air comme agent vital. Les chimistes, les physiciens, les hygiénistes semblent avoir tout dit sur ce fluide gazeux. Cependant malgré leurs savantes et laborieuses recherches, au nombre desquelles on distingue celles du docteur Pravaz de Lyon, il reste certaines propriétés à étudier. Dans un excellent traité, qui a reçu l'approbation de l'Académie de médecine de Lyon, l'honorable praticien que je viens de nommer a mis à jour une partie des avantages que la thérapeutique peut tirer de l'air comprimé. C'est contre les maladies des organes de la digestion et de la respiration en général, et en particulier contre le premier degré de la phthisie, de la chlorose et des affections strumeuses, qu'il en a surtout fait une judicieuse et utile application. Je vais toutefois exposer quelques observations qui me paraissent n'avoir jamais été faites, et qu'à différents points de vue il importe de connaître.

Pendant longtemps j'ai pensé, comme on le suppose généralement, que, du moment qu'on a respiré sans inconvénient

Digitized by Google

aucun pendant 3 ou 4 heures consécutives un air d'une densité égale, par exemple, à 0^m, 40 de mercure en plus de la pression atmosphérique, j'ai pensé, dis-je, qu'on pouvait vivre indéfiniment dans cet air, à la seule condition de le maintenir pur et vital. Après bien des expériences dans mon bateau plongeur, j'ai dû reconnaître que cette supposition n'est pas rigoureusement vraie. Voici les faits qui m'ont mis sur les traces de la réalité :

M. Pravaz vint à Paris, il y a plusieurs années. Il me demanda l'autorisation d'utiliser mes procédés de purification dans ses bains d'air comprimé, autorisation que je m'empressai de lui accorder. Il paraissait avoir l'intention, en certains cas, d'administrer à ses malades des bains atmosphériques plus prolongés qu'il ne l'avait fait jusque là, empêché qu'il se trouvait par les accidents auxquels pouvait donner lieu l'inhalation de l'acide carbonique expiré. Je ne sais depuis lors quelle durée il a donné à ses bains qui précédemment ne dépassaient jamais 20 minutes ; mais mes propres observations m'autorisent à penser que l'emploi de cet efficace stimulant doit rarement se prolonger au delà de 3 heures, quel que soit le degré de pureté de l'air du bain.

Habitués comme nous le sommes, à respirer l'air atmosphérique, dont la densité, on le sait, s'éloigne peu de 0^m,76, nous ne saurions en quelques heures contracter la nouvelle habitude de vivre sous l'influence d'une pression tout-à-fait différente. Il en est du bien-être que procure une augmentation dans la densité de l'air, comme de celui qui nous vient d'un exercice corporel après une longue inertie. Une sage pratique impose des limites à l'usage de l'un comme à l'usage de l'autre. Si l'on abuse de celui-ci, ainsi que de celui-là, il arrive un instant où leur action bienfaisante cesse et fait place à une réaction qu'il est bon de savoir prévenir. C'est en effet dans un but pareil, et dans celui d'être utile à

Digitized by Google

ceux qui doivent parcourir la carrière des travaux hydrauliques, etc., que je me fais un devoir de livrer au public cette partie de mes études.

Depuis 6 ans que je dirige les opérations du bateau plongeur actuellement employé à l'approfondissement de la passe Chantereyne, j'ai fait une série d'observations qui peuvent ainsi se résumer :

1° Lorsque l'équipage, par une cause quelconque, ne se sert pas de l'appareil épurateur de l'air vicié, et qu'il se trouve enfermé sans communication avec le fond de l'eau, ou même avec communication, dans une eau stagnante, en pareilles circonstances, il ne tarde pas à subir les effets de l'acide carbonique intoxiqué.

2° Lorsque l'équipage immergé purifie l'air, ou qu'il communique avec un courant de plus de 3 nœuds, il ne subit pas les effets de l'intoxication ; mais, lorsqu'il travaille activement, comme cela a lieu le plus souvent, l'inhalation survient au bout de 5 ou 6 heures, et quelquefois plutôt, quand une sur-activité de travail la favorise.

3° Au delà d'une certaine mesure voisine de 500 litres d'air par homme et par heure, l'inhalation me paraît survenir indépendamment du volume d'air dont on dispose. Mais la fatigue ou le repos la hâtent ou la retardent beaucoup. Elle est également plus tardive chez les ouvriers déjà familiarisés avec l'usage de l'appareil.

4° Les fonctions digestives, ainsi que M. Pravaz l'a observé à l'aide de ses propres appareils, sont activées chez la plupart d'entr'eux.

Comment expliquerons-nous ces faits, et notamment l'anhélation indépendante dans une certaine limite, du volume de l'air?

Avant la refonte du bateau plongeur, je pensais que, puisque 200 litres de fluide vital suffisaient à la respiration

Digitized by Google

d'un homme pendant une heure, l'équipage du bateau une fois agrandi, disposant d'un volume égal à 4 fois celui auparavant réparti à chaque homme, séjournerait au besoin 4 fois plus longtemps au-dessous de l'eau. Cette supposition ne s'est réalisée que partiellement. L'anhélation qui survenait entre la 3e et la 4e heure d'un travail actif, est retardée de moins de deux heures, tandis qu'elle devrait l'être d'au-moins 4 fois cette durée.

J'ai dû me demander la cause de cette apparente anomalie sur un point qui m'avait semblé bien défini. L'anhélation produite par un séjour exceptionnellement prolongée dans ce nouveau bateau, ne saurait avoir pour cause une insuffisance d'oxygène; car, puisque avec l'appareil primitif, on respirait sans peine dans un air qui, en poids, ne contenait pas 0,15 de ce gaz, il serait absurde de supposer qu'on ne puisse le faire dans un air qui en contient 0,20. La cause que je cherche est évidemment ailleurs. Serait-elle dans une disproportion de l'épurateur du bateau actuel avec sa capacité? En d'autres termes, la purification y serait-elle insuffisante? Depuis la reprise de nos opérations sous-marines, je n'ai pas analysé l'air qu'on aurait pu receuillir vers la fin des très-rares immersions dans lesquelles l'anhélation s'est manifestée; nonobstant cette absence d'analyse, j'affirme sans hésiter, que la supposition d'insuffisance de purification n'est pas plus fondée que celle d'insuffisance d'oxygène ; en voici la preuve :

Avant la refonte du bateau, la chambre de travail diminuée de l'espace occupé par son lest d'eau, contenait 7 mètres cubiques d'air qu'un courant de plus de 3 nœuds suffisait à purifier par son frottement sous une surface ouverte de 1m, 20. Depuis la refonte, la chambre dans les mêmes conditions, contient 35 mètres cubes d'air que le même courant lèche sous une surface ouverte de 11 mètres, c'est-à-dire, que le

Digitized by Google

volume de l'air multiplié par 5, est purifié par une surface de frottement multiplié par 9. Il n'est donc pas moins évident que l'impureté de l'air n'est pour rien dans la cause de l'anhélation.

L'état hygrométrique de l'atmosphère du bateau entrerait-il pour quelque chose dans cette cause? Sans lui refuser toute influence, je pense que son action est trop faible pour produire un effet bien sensible. La température de l'air, toujours supérieure à celle du milieu ambiant, tend, il est vrai, à vaporiser l'eau et à en saturer l'atmosphère de la chambre. Mais la pression de l'air dans cette chambre s'oppose d'une manière relative à la vaporisation et précipite même une partie des vapeurs existantes. Pour les colonnes d'eau qui ne dépassent pas 3 mètres, ces deux effets s'équilibrent à peu près. Lorsque la profondeur est plus grande, ou, pour tenir un langage plus technique, lorsque la pression condense plus d'eau que l'excès de température de l'air n'en vaporise, alors l'atmosphère du bateau est humide et l'eau ruissèle contre les parois métalliques comme parfois, dans un temps nébuleux et froid, contre les murs des appartements non chauffés. En pareille circonstance, la vapeur à l'état de rosée respirée avec l'air condensé, me paraît capable de hâter un peu l'anhélation. Mais je ne pense pas pouvoir admettre qu'elle en soit la cause déterminante.

Cette cause, il faut enfin le dire, me paraît provenir d'une réaction amenée par la surexcitation du cœur et des poumons, occupés trop longtemps à élaborer un surcroît d'assimilation et d'élimination. Cette opinion se trouve en certains points confirmée par d'autres autorités que la mienne. Indépendamment de celle du docteur Pravaz, je peux citer celles du docteur Junod et d'un autre physicien trop peu connu, M. Tabarié. Mais à aucun d'eux que je sache, il n'a été donné de faire des observations aussi complettes que celles dont les circonstances m'ont favorisé.

Digitized by Google

De l'exposé de ces observations découlent deux enseignements utiles :

1° Quoique les bains d'air comprimé soient un agent thérapeutique précieux, ainsi que l'a si heureusement démontré l'habile innovateur de Lyon, il ne faut pas en abuser par un sejour trop prolongé.

2° Les personnes qui, par profession, se destinent à passer une partie de leur existence dans une atmosphère condensée, doivent, autant que possible, s'y habituer graduellement; et après un certain nombre d'heures passées à respirer cet air condensé, elles doivent aller chercher dans une chambre de leur appareil une atmosphère aussi rapprochée qu'on le peut de celle qui enveloppe la surface du globe terrestre.

Mais de difficultés, dont chacun maintenant appréciera sans peine la portée, faut-il conclure qu'il soit impossible de vivre plusieurs jours dans un lieu hermétiquement clos, et dans une atmosphère comprimée, ainsi que dans un appareil sous-marin ?

Poser une pareille question, revient à poser la suivante:

Des ouvriers occupés à un travail fatigant, peuvent-ils s'y livrer durant plusieurs jours? Il n'est personne qui ne se hâte de répondre avec raison : Avec des intervalles de repos, oui; sans repos aucun, non. Il s'agit donc de savoir par quel moyen on procurera à l'équipage d'un bâteau sous-marin un repos réparateur pour ses organes respiratoires.

Puisqu'un repos modéré dispose l'ouvrier à reprendre son travail avec une nouvelle ardeur, de même les organes de la respiration, après s'être reposés dans une atmosphère d'une densité normale, deviennent aptes à fonctionner avec une nouvelle énergie dans l'air comprimé.

Le moyen de se procurer un semblable repos, consiste pour l'équipage d'un appareil sous-marin, à entrer d'abord dans un vestibule qui ouvre, d'une part, dans la chambre de

Digitized by Google

travail, et d'autre part, dans la chambre de repos ; à fermer la première porte, à ouvrir ensuite un robinet par lequel s'établit avec une transition modérée, l'équilibre de pression entre le vestibule et la chambre de repos, et à pénétrer enfin dans cette dernière par la deuxième porte. On fait la manœuvre inverse pour retourner dans la chambre de travail.

En résumé, par les observations qu'on vient de lire, il me paraît démontré que, pour l'homme, il y a identité d'effets dans l'exercice d'un travail actif trop longtemps prolongé, et dans celui de respirer trop longtemps aussi une atmosphère comprimée.

La respiration dans une semblable atmosphère et la pratique des travaux corporels, sont donc soumis à des lois analogues qui appartiennent au domaine de la science. Mais l'art vient en aide à cette dernière pour établir les moyens les plus propres à tirer parti de ces lois. C'est ainsi que la science est venue en aide au docteur Pravaz dans l'excellente idée d'utiliser l'air comprimé comme agent thérapeutique, et qu'en fait de construction pour réaliser l'emploi de cet agent, l'art lui a fait préférer tel mode à tel autre. C'est aussi ce qui aura lieu chez ceux qui, d'un autre côté, emploieront l'air comprimé à l'usage de la navigation sous-marine.

Digitized by Google

CONSIDÉRATIONS

SUR LA MANIÈRE DONT IL CONVIENT D'ENVISAGER LES EFFETS STATIQUES ET DYNAMIQUES

DES AIMANTS,

Par M. Th. DU MONCEL.

Les quelques objections qui ont été faites sur plusieurs points de ma théorie du magnétisme statique et du magnétisme dynamique, principalement sur la distinction que j'admets dans les effets des aimants, m'ont prouvé que je ne m'étais pas assez clairement expliqué et que malgré les quatre Mémoires que j'ai envoyés à l'Institut, sur cette question, je ne m'étais pas assez attaché à démontrer le fait en lui-même. Je vais donc remplir cette lacune en divisant cette fois mon travail en trois parties, savoir : *1° Ce que peut être l'effet statique des aimants*; *2° Ce que peut être l'effet dynamique*; *3° Comment la différence des deux effets peut être constatée.*

1° CE QUE PEUT ÊTRE L'EFFET STATIQUE DES AIMANTS.

L'effet statique, dans le cas qui nous occupe, doit s'entendre de l'action exercée par une force pour en créer une autre

Digitized by Google

diamétralement opposée qui lui fasse *équilibre*. C'est assez dire que quelque soit cette action, elle a pour effet subséquent *un état de repos* entre les forces agissantes. Dans l'électricité statique cet effet peut se manifester de deux manières différentes : par la neutralisation des deux fluides ou par leur condensation quand un corps non conducteur interposé entre eux empêche leur neutralisation. Dans ce dernier cas, les fluides sont maintenus développés, *l'un par l'autre*, à l'état de repos ou *statique*; car ils sont en quelque sorte dans le cas de la pesanteur à l'égard des plateaux d'une balance équilibrée; la pesanteur tend à les abaisser individuellement tandisque leur contrepoids réciproque tend à les soulever, et pourtant la balance ne bouge pas.

Dans les aimants, les fluides magnétiques, ou si l'on veut, les fluides électriques, ne peuvent se déplacer *en masse*, comme cela a lieu quand on développe sur les corps de l'électricité statique; la preuve, c'est qu'en coupant un aimant suivant sa ligne neutre, les deux bouts séparés ne possèdent pas exclusivement le magnétisme de leur pôle respectif, tout au contraire, deux aimants indépendants se sont aussitôt formés. Par conséquent, si un effet statique se manifeste soit entr'eux, soit à l'égard des corps magnétiques non aimantés, cet effet doit être analogue à celui par lequel les deux électricités sont maintenues l'une par l'autre, dans un condensateur, et il doit en résulter qu'une portion des fluides en *activité*, si ce n'est la totalité, doit être maintenue à l'état de repos. Or, cet état est bien différent de celui dans lequel on suppose les fluides magnétiques des aimants, puisqu'ils sont avec raison supposés en mouvement, et constituer un courant magnétique.

Ainsi, pour nous, l'effet statique d'un aimant sera l'action qui tendra à suspendre la marche du courant magnétique, en laissant développés au point de contact de l'aimant avec

Digitized by Google

son armature, des fluides à l'état de repos, mais isolés l'un de l'autre par la force coërcitive, laquelle tiendra lieu du corps isolant qui est interposé entre les deux fluides électriques dans un condensateur.

Comment supposer à la force coërcitive cette propriété? C'est une question qui ressort elle-même de la théorie d'Ampère, car on est bien forcé de l'admettre dès qu'on suppose un aimant constitué par un courant circulant en spirale normalement à son axe. D'ailleurs cette action n'a rien de plus surprenant que le fait de la permanence de l'électricité développée par la chaleur dans une tourmaline, et par la pression dans la chaux carbonatée.

2° CE QUE PEUT ÊTRE L'EFFET DYNAMIQUE DES AIMANTS.

Un aimant est constitué par un courant magnétique circulant en hélice autour de sa ligne axiale, et ce fait est démontré par toutes les réactions des courants à leur égard, réactions qui sont identiquement les mêmes lorsque les aimants sont remplacés par des solénoïdes. Mais en outre de leur vertu magnétique, en outre de ce courant incessant qui les traverse dans une direction constante et déterminée, ils doivent posséder les propriétés de la *matière magnétique* dont ils sont formés. C'est ainsi et parce que l'acier est un métal qu'un aimant peut parfaitement servir de conducteur à un courant électrique sans que son magnétisme en soit altéré. Cest ainsi qu'un morceau d'acier trempé pourra servir de conducteur à un courant sans s'aimanter, tandis que s'il n'en reçoit que l'*influence*, condition que j'ai analysée dans mon Mémoire (page 50), il deviendra un aimant. On peut donc déjà en conclure que le courant magnétique pourra agir dynamiquement comme les courants voltaïques dans les mêmes conditions, en partant de ce principe qu'un aimant

Digitized by Google

est un solénoïde dans lequel le courant marche de l'est à l'ouest dans le sens zénithal, mais qu'en outre il pourra recevoir l'effet exercé par un autre aimant sur sa matière.

D'ailleurs on sait que le point de saturation magnétique d'un aimant est loin de répondre à l'état magnétique qu'il est susceptible de prendre temporairement. Un barreau d'acier enveloppé d'un solénoïde pourra porter, je suppose, un poids de 60 kilog., sous l'action d'un courant, et ne plus en porter que 10 quand le courant n'agira plus, et même que 5 quand il sera arrivé au point de saturation. Donc, bien qu'un aimant soit aimanté à saturation, il peut recevoir une influence magnétique étrangère à la manière des corps magnétiques non aimantés, surtout si cette influence agit au-delà du point de saturation; c'est ce qui fait que la force répulsive des aimants est toujours moindre que la force attractive.

L'effet dynamique d'un aimant sera donc pour nous l'effet du courant magnétique agissant à *distance comme courant*, et sans avoir sa marche altérée par des réflexions magnétiques étrangères sur la matière dont l'aimant est formé; réflexions que nous considérons alors comme donnant lieu à des effets statiques.

3° COMMENT LA DIFFÉRENCE DES DEUX EFFETS PEUT ÊTRE CONSTATÉE.

L'acception des désignations, *effets statiques* et *effets dynamiques*, étant bien arrêtée, voyons comment nous pourrons les constater ou plutôt les distinguer dans les diverses réactions magnétiques qui se manifestent. Mais pour cela, examinons d'abord comment il nous est possible *d'isoler* les deux effets, tout en maintenant *identiques* les conditions de l'expérimentation.

L'attraction du fer par un solénoïde nous fournit un moyen bien simple d'étudier la question.

Digitized by Google

Si une bobine de cuivre est entourée d'un solénoïde, c'est-à-dire, d'une certaine quantité de fil métallique enroulé en spirale, un cylindre de fer que l'on commencera à introduire à l'intérieur de la bobine, se trouvera entraîné avec force jusqu'à ce que ses deux extrémités soient symétriquement placées par rapport aux pôles du solénoïde. Or cette attraction résulte des réactions réciproques de deux courants parallèles marchant dans le même sens, savoir: le courant voltaïque circulant dans le fil d'une part, et de l'autre, le courant magnétique créé dans le fer sous l'influence du courant électrique (1). C'est donc bien un effet dynamique qui se manifeste dans cette circonstance, et cet effet dynamique est dégagé de toute réaction statique, puisqu'aucune réflexion magnétique n'est échangée entre l'aimant et le solénoïde.

Si au lieu d'une bobine de cuivre on prend une bobine de fer doux, entourée d'un solénoïde semblable, deux effets différents peuvent se manifester, mais ils sont toujours contraires à celui dont nous venons de parler. Si le cylindre mobile est posé dans l'intérieur du canon de manière à toucher la paroi, il y est fortement collé. Si au contraire, il y est librement suspendu de manière à ce qu'un bout dépasse l'un des pôles du solénoïde, il est précisément *repoussé* de ce côté.

Le canon de fer en devenant *aimant*, sous l'influence du courant voltaïque, change donc les conditions dynamiques du mouvement du cylindre mobile, c'est-à-dire que la réaction de courants à courants n'a plus lieu, ou si elle a lieu c'est une influence de pôles qui agit en sens contraire de l'action primitive. Pourtant *dans les trois cas ce sont des pôles de même nom qui se trouvent toujours en présence*

(1) Voir mon Mémoire sur cette question, inséré dans les *Comptes rendus* de l'Institut du 15 avril 1852.

Digitized by Google

du même côté, tant pour le solénoïde que pour le canon de fer de la bobine et le cylindre qui s'y trouve enfoncé.

Pour qu'aucune action d'entraînement à l'intérieur de la bobine ne soit produite dans le cas de l'adhésion du cylindre de fer au canon aimanté, il faut que le courant magnétique créé dans le fer, soit ou paralysé dans son mouvement, ou distribué d'une manière telle que l'hélice magnétique soit composée de deux portions contraires au moment où le cylindre est introduit; c'est ce qui arrive dans le cas où un cylindre de fer est soumis par son milieu, à l'action d'un seul pôle d'un aimant. Mais, s'il en était ainsi, il n'y aurait pas répulsion dans le cas de la non-adhérence, car alors deux pôles de même nom se trouveraient aux deux extrémités du cylindre, et celui de ces pôles qui serait au dedans du canon, serait attiré par le pôle de ce canon, en face duquel il serait placé. Or nous avons vu que précisément il était repoussé. Il faut donc que par l'effet de l'adhérence magnétique, le courant créé dans le cylindre mobile ait été paralysé et ait permis à l'effet statique de l'emporter sur l'effet dynamique.

Le même effet se manifeste avec une bobine de cuivre lorsque le fil de l'hélice dont elle est entourée est en *fer*. C'est alors la réaction du cylindre mobile devenu aimant sur le fer à l'état naturel du circuit, qui détermine l'effet statique et par suite la suspension du courant magnétique dans le cylindre de fer qui ne bouge pas.

L'exemple suivant va nous montrer comment les deux effets peuvent se trouver distincts dans une même réaction magnétique.

Tout le monde sait qu'un aimant que l'on approche d'un solénoïde fermé, crée dans le fil de ce solénoïde un courant d'induction qui est *inverse* au courant magnétique, au moment où l'aimant entre dans le solénoïde, et qui est *direct* au moment où on l'en retire. C'est le même effet que celui

Digitized by Google

par lequel un solénoïde traversé par un courant voltaïque crée dans un autre solénoïde fermé qui le recouvre, un courant d'induction, lequel est inverse à la direction du courant voltaïque, quand celui-ci est fermé, et direct, quand il est interrompu. Or, si sur les branches d'un aimant persistant en fer à cheval, on place des bobines d'induction, on trouve qu'au moment où une armature de fer doux passe devant les pôles de l'aimant, le courant d'induction est *direct* avec le courant magnétique, et qu'il est *inverse* au moment où elle s'en éloigne. L'armature joue donc en quelque sorte le rôle d'interrupteur du courant magnétique.

Pour expliquer cette interruption du courant magnétique, il faut de toute nécessité admettre l'intervention d'un effet statique produit par l'armature; car, comment peut-on supposer qu'une semblable action puisse être exercée sur un courant continu permanent et indéfini dans son circuit, si ce n'est par la *condensation* des fluides successivement developpés dans les différentes tranches moléculaires du circuit magnétique. Or cette condensation est le résultat de l'effet statique des aimants, comme nous l'avons dit. C'est par la même raison, que d'après les expériences de sir Snow Harris, un aimant cylindrique *creux* devient à peu près inerte, aussitôt qu'on a introduit à son intérieur un cylindre de fer doux.

L'expérience fort curieuse que M. Fizeau a communiquée dernièrement à l'Académie sur la manière de stimuler l'énergie des courants d'induction dans l'appareil de Rumkorff, nous montre l'effet que peut exercer un condensateur sur des courants analogues quant à leur création au courant magnétique des aimants. L'appareil de Rumkorff se compose principalement, comme on le sait, d'un fil *inducteur* roulé en spirale et d'un fil *induit* trés fin qui recouvre le premier, mais qui en est isolé par une couche de gomme laque. Lors-

Digitized by Google

que le courant voltaïque passe par le premier de ces deux fils et se trouve interrompu à des intervalles très rapprochés à l'aide du mécanisme de De La Rive, un double courant d'induction prend naissance : l'un, le plus interne, circule dans le fil fin, l'autre, appelé *extra-courant*, est créé dans le circuit même du courant voltaïque. C'est ce dernier qui donne à l'étincelle de l'interrupteur cet éclat si brillant, qui, en raison de la fréquence des interruptions, parait être continu. Or il résulte des expériences de M. Fizeau qu'en faisant communiquer avec les 2 lames d'un condensateur, les 2 extrémités du fil inducteur prises de chaque côté du point d'interruption, on détruit presqu'entièrement cet extra-courant. Par celà même, le courant induit dans le fil fin, devient plus énergique, parcequ'on évite les réactions d'induction de cet extra-courant, qui se manifestent sur le fil induit en sens inverse de celles du courant voltaïque. Effectivement, aussitôt les communications avec le condensateur établies, l'étincelle de l'interrupteur a presque disparu, et les commotions résultant de l'extra-courant n'existent plus; au contraire, le courant induit a pris une tension si considérable que les étincelles qu'on provoque s'échangent à une distance presque deux fois plus grande.

Ainsi par le seul fait du condensateur, le courant d'induction créé dans l'hélice voltaïque se trouve paralysé pour faire place à un effet statique se manifestant comme dans les aimants, par une double attraction.

Dans un solénoïde ou aimant dynamique, pourquoi l'effet statique c'est-à-dire l'attraction sur le fer est-elle aussi faible? Parce que le magnétisme développé dans le fer ne réagit pas sur la substance du solénoïde qui n'est pas magnétique et a trop peu d'action pour arrêter le courant voltaïque, forcé de marcher par la *double action* opérée dans la pile.

Voici encore un autre exemple où les deux effets sont distincts et se succèdent :

Digitized by Google

Si l'on appuie sur l'un des pôles d'un aimant puissant une barre d'acier un peu large et placée de champ, on constatera sur *toute la périphérie* de cette barre tout aussi bien aux extrémités qu'au point milieu correspondant au pôle de l'aimant, un magnétisme de même nom que celui de ce pôle, et cette répartition du magnétisme aura lieu tout le temps que la barre d'acier sera en contact avec l'aimant. Aussitôt que cette barre sera enlevée, un point conséquent se manifestera en son point milieu, et ce point conséquent sera de nom contraire à celui du pôle qui l'a fait naître, tandisque les deux extrémités de la barre auront deux pôles de même nom. Dans ce cas, les fluides magnétiques se sont trouvés condensés au point de contact de l'aimant et de la barre, et les fluides repoussés se sont trouvés refoulés dans toutes les *directions opposées,* de telle sorte qu'après la cessation de la cause condensante ils ont pu constituer un double courant magnétique en sens inverse l'un de l'autre.

Si à ces exemples, on joint ceux bien connus de l'aiguille aimantée attirée par un aimant plus puissant, bien que des pôles semblables soient en présence, lorsque la distance est très petite, et du magnétisme déplacé dans un aimant sous l'influence d'une armature placée longtemps auprès d'elle(1), on pourra se convaincre de la différence des deux effets signalés.

(1) Voir mon mémoire, sur cette question, inséré dans les *Comptes rendus* du 28 février 1853.

Digitized by Google

NOTE

SUR LA FÉCONDATION

DES FUCACÉES,

Par M. Gust. THURET.

Les organes que l'on désigne dans les cryptogames sous le nom d'anthéridies à cause de l'analogie supposée de leurs fonctions avec celles des anthères des végétaux supérieurs, sont loin d'offrir une organisation identique dans toutes les familles de la cryptogamie, et le rôle physiologique qu'on leur attribue ne présente point partout le même degré de vraisemblance.

Dans les cryptogames les plus élevées en organisation (Equisétacées, Fougères, Lycopodiacées, Rhizocarpées, Characées, Muscinées), il ne paraît guère douteux aujourd'hui que les anthéridies ne soient réellement des organes fécondants, et que les anthérozoïdes qu'elles contiennent ne soient les agents immédiats de la fécondation, bien qu'on n'ait pu encore observer directement l'action de ceux-ci sur l'organe femelle ou archégone.

Digitized by Google

Mais la question est beaucoup moins avancée pour les cryptogames inférieures (Algues, Lichens, Champignons). L'existence des anthéridies dans ces végétaux est une découverte récente, que d'habiles recherches semblent devoir étendre successivement à toutes les familles de ce vaste groupe (1). Néanmoins il faut convenir qu'on ne saurait attribuer avec quelque certitude à un corps la fonction d'organe mâle, qu'à la condition de constater la réalité de l'action fécondante de ce corps sur l'appareil reproducteur. Or, c'est ce qui n'a pu être fait jusqu'à ce jour dans les cryptogames inférieures, et par conséquent l'existence d'une véritable sexualité dans ces plantes ne peut être regardée encore comme suffisamment démontrée.

J'ai essayé de résoudre cette question relativement aux organes que nous avons désignés, M. Decaisne et moi, comme les anthéridies des Fucacées (2). Depuis l'époque où nous avons publié notre Mémoire, plusieurs auteurs ont contesté l'assimilation que nous avions cru pouvoir faire de ces corps avec les anthéridies des cryptogames supérieures. M. Nægeli entr'autres, assure qu'on ne doit y voir qu'une seconde forme de corps reproducteurs (3). Je pense que les résultats des recherches qu'on va lire, basés sur des expériences nombreuses et variées, sont assez décisifs pour ne plus laisser aucun doute sur ce point, et que désormais aucun observateur de bonne foi ne se refusera à admettre dans les Fucacées l'existence d'anthéridies véritables, dont les fonctions sont même,

(1) Voy. Tulasne, *Mémoire pour servir à l'histoire organographique et physiologique des Lichens* (Ann. des Sciences naturelles, 3me série, t. XVII, p. 5), et diverses notes sur l'appareil reproducteur des Champignons (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XXXII, p. 470; t. XXXV, p. 841; t. XXXVI, p. 627).

(2) *Recherches sur les anthéridies et les spores de quelques Fucus* (Ann. des Sciences naturelles, 3me série, t. III, p. 5).

(3) *Botanische Zeitung*, 7me année, no 32, p. 378.

Digitized by Google

si je ne me trompe, mieux démontrées que celles des anthéridies d'aucune autre cryptogame.

La fructification des Fucacées est renfermée dans de petites cavités sphériques situées sous l'épiderme de la plante, qui sont désignées sons le nom de conceptacles. Quelques espèces sont dioïques, c'est-à-dire que les organes mâles et les corps reproducteurs se trouvent dans des conceptacles différents et sur des individus séparés. D'autres sont hermaphrodites, le même conceptacle renfermant à la fois les deux sortes d'organes. Dans les Fucacées dioïques, les conceptacles mâles contiennent un nombre immense de petits sacs ovoïdes (anthéridies), insérés sur les poils qui tapissent les parois : ces sacs sont remplis de corpuscules hyalins (anthérozoïdes) renfermant un granule rouge, qui se meuvent avec vivacité dans l'eau au moyen de deux cils de longueur inégale (1) ; la grandeur de ces corpuscules ne dépasse guère un deux-centième de millimètre. Les conceptacles femelles contiennent un certain nombre de gros corps reproducteurs de forme ovoïde, de couleur olivâtre, fixés aux parois de la cavité par un court pédicule, et qui, dans quelques genres, restent indivis, dans d'autres se partagent en deux, en quatre ou en huit spores : chacune de celles-ci mesure en diamètre au moins un treizième et jusqu'à un dixième de millimètre ou même davantage. Le volume des spores comparé à celui des anthérozoïdes est donc environ trente à soixante mille fois plus considérable.

Ce sont les trois espèces dioïques les plus communes sur nos côtes, savoir : les *Fucus serratus* et *vesiculosus*, L., et l'*Ozothallia vulgaris*, Dcne et Th. (*Fucus nodosus*, L.), qui ont servi à mes expériences.

(1) Voy. mes *Recherches sur les anthéridies des cryptogames* Ann. des Sciences naturelles, 3me série, t. XVI, p. 5).

Digitized by Google

Lorsque ces plantes sont placées quelque temps dans une atmosphère humide, les spores ou les anthéridies expulsées peu à peu hors des conceptacles, viennent former à la surface de la fronde de petits mamelons de consistance visqueuse, de couleur olivâtre si ce sont des spores, de couleur orangée s'ils sont formés d'anthéridies. Il est facile alors de détacher ces organes avec une pointe fine, et de les déposer dans des vases remplis d'eau de mer, ou, ce qui est plus simple et vaut mieux encore, de les placer dans une goutte d'eau de mer sur une lame de verre que l'on conserve à l'abri de l'évaporation.

Quand on met chacun de ces deux organes à part, voici ce que l'on observe. Les anthéridies émettent sur-le-champ leurs anthérozoïdes; ceux-ci s'agitent avec la plus grande vivacité, et leurs mouvements se prolongent assez souvent jusqu'au lendemain, mais en diminuant peu à peu d'intensité : le troisième jour au plus tard ils commencent à se décomposer. Quant aux spores, elles persistent environ une semaine ou même plus longtemps, sans éprouver d'altération sensible; puis elles se décomposent aussi sans se développer davantage. Parfois on croirait voir comme des tentatives de germination. Quelques-unes d'entre elles émettent des prolongements irréguliers, qui sont plutôt des hernies ou des épanchements de la matière sporacée. Mais il ne se forme pas de cloisons; l'évolution de ces spores ne va pas plus loin, et elles se décomposent comme les autres. En un mot, jamais on n'observe de vraie germination dans les spores qui sont soustraites au contact des anthérozoïdes.

Il en est tout autrement lorsque les spores et les anthérozoïdes sont mêlés ensemble. Dès le lendemain ou le surlendemain au plus tard, on reconnaît que la spore s'est entourée d'une membrane bien distincte, membrane composée de cellulose comme le démontre la coloration bleue produite par

Digitized by Google

l'iode et l'acide sulfurique; en même temps une cloison se forme et coupe la spore en deux hémisphères; une élongation sensible commence aussi à se manifester sur un point de la circonférence. Dès lors le développement de la jeune plante marche avec rapidité, les cloisons se multiplient, l'élongation augmente de plus en plus; au bout d'une dixaine de jours, la spore est déjà convertie en une petite masse celluleuse arrondie, de couleur brune, supportée par une radicule hyaline. Quelques semaines plus tard, la radicule s'est divisée en crampons qui servent à fixer solidement la fronde : celle-ci a pris une forme obovale, et un petit faisceau de poils hyalins s'est développé à son sommet.

L'action fécondante des anthérozoïdes sur les spores est donc un fait incontestable. Lorsqu'ils sont en quantité considérable, on les voit s'agglomérer autour des spores, ramper en quelque sorte à leur surface, et leur communiquer, au moyen de leurs cils vibratiles, un mouvement de rotation, quelquefois très rapide. Le spectacle que présentent alors ces grosses sphères brunâtres hérissées d'anthérozoïdes et roulant dans tous les sens au milieu du fourmillement de ces corpuscules, est certainement un des plus curieux que l'étude des Algues m'ait encore donné l'occasion d'observer. Je ne crois pas cependant que cette singulière rotation des spores soit indispensable à leur fécondation. Car j'ai essayé d'ajouter des spores à des anthérozoïdes que j'avais déposés la veille sur une lame de verre, et quoique les mouvements de ces corpuscules fussent trop affaiblis pour imprimer aux spores une impulsion sensible, je n'en ai pas moins obtenu un grand nombre de germinations.

Quand toute espèce de mouvement a cessé et que la germination commence, on retrouve fréquemment les restes des anthérozoïdes décomposés qui entourent la spore, mais qui ne sont point immédiatement appliqués sur elle : une couche

Digitized by Google

de mucilage les sépare de la membrane propre de la spore, et dessine autour de celle-ci une aréole transparente.

Si les expériences que je viens de rapporter ont été faites sur des lames de verre, et que l'on ait eu soin de maintenir celles-ci auprès d'une fenêtre constamment dans la même position, on remarquera que presque toutes les radicules sont tournées vers l'intérieur de la chambre. Si alors on place les lames de verre en sens contraire, de manière à ce que les radicules soient tournées vers la fenêtre, elles continueront à s'allonger, mais en se recourbant jusqu'à ce qu'elles aient repris leur direction première vers le côté le moins éclairé. Ainsi la radicule de ces plantes présente la même tendance à fuir la lumière qui caractérise celles des végétaux supérieurs.

J'ai essayé de féconder les spores de l'*Ozothallia vulgaris* avec les anthérozoïdes des *Fucus serratus* et *vesiculosus*, et réciproquement. Bien que les spores et les anthérozoïdes de ces trois espèces offrent une parfaite ressemblance, bien que les anthérozoïdes s'attachassent en grand nombre aux spores et les fissent tourner durant des heures entières, jamais aucune d'elles n'a germé. Je n'ai pu réussir non plus à féconder les spores du *Fucus serratus* avec les anthérozoïdes du *Fucus vesiculosus*. Mais, chose remarquable, toutes les fois que j'ai fait l'opération contraire, c'est-à-dire en mélangeant les anthérozoïdes du *Fucus serratus* avec les spores du *Fucus vesiculosus*, j'ai obtenu des germinations plus ou moins nombreuses. Je ne puis m'empêcher de faire remarquer à cette occasion que l'*Ozothallia* et le *Fucus serratus* sont très constants dans leur forme, et ne présentent guère d'autres variations que celles qui dépendent des lieux où ils croissent; tandis que le *Fucus vesiculosus* est extrêmement polymorphe, et affecte dans la même localité des formes très diverses. On serait donc presque tenté de suppo-

Digitized by Google

ser que la grande variabilité de cette espèce dépend de la facilité avec laquelle elle s'hybriderait à ses congénères, facilité qui est probablement plus grande encore avec les *Fucus platycarpus,* Th. et *ceranoides*, L.; car ces deux espèces ont beaucoup plus d'affinité avec elle que le *Fucus serratus*.

En terminant cette note, il ne sera peut-être pas sans intérêt d'établir une brève comparaison entre la fécondation des Fucacées et l'accomplissement du même phénomène, tel qu'il paraît avoir lieu dans les cryptogames supérieures. Celles-ci nous offrent, comme on sait, deux modifications principales dans l'exercice de cette importante fonction. Chez les Muscinées et les Characées, la fécondation a lieu dans les plantes adultes et semble être la condition nécessaire de la formation des corps reproducteurs : elle doit donc se répéter chaque fois que la plante fructifie; sous ce rapport elle ne s'éloigne pas de celle des végétaux phanérogames. Au contraire, dans les cryptogames vasculaires, qui pourtant se rapprochent davantage des végétaux les plus parfaits, c'est quelque temps après la germination de la spore que la fécondation s'opère ; elle a pour résultat le développement de la véritable fronde, qui fructifiera dorénavant chaque année sans fécondation nouvelle. Les Fucacées nous offrent une troisième modification de ce phénomène, plus rapprochée de la seconde que de la première, mais qui a plus d'analogie peut-être encore avec ce qui se passe chez certains animaux. Ici c'est sur la spore même que s'exerce l'action fécondante des anthérozoïdes; ce n'est qu'à la suite de ce contact que la spore se développe en une fronde susceptible désormais de fructifier tous les ans sans avoir besoin d'être fécondée de nouveau.

Digitized by Google

EXPÉRIENCES

SUR

LES RÉACTIONS MAGNÉTIQUES DES COURANTS

SUIVANT LA NATURE DE LA PILE

ET LA COMPOSITION DU CIRCUIT,

Par M. Th. du MONCEL.

L'intensité des courants croît, comme tout le monde le sait, proportionnellement à la section des conducteurs et en raison inverse de leur longueur; mais elle est, à partir d'une certaine limite, indépendante du nombre d'éléments dont la pile est composée quand ceux-ci sont réunis en série. La tension électrique, au contraire, dépend essentiellement de ce nombre, mais en revanche elle est indépendante de la surface de ces éléments. D'après cela, on pourrait conclure qu'en employant un fil gros et court, on devrait surexciter plus énergiquement les propriétés magnétiques d'un électro-aimant, pourvu que celui-ci présentât une surface assez développée pour ne pas trop éloigner du fer les différentes spires de l'hélice voltaïque. La question pourtant est loin d'être aussi simple, et la nature des réactions magnétiques produites dépend :

1° De la force et de la nature de la pile employée; 2° De l'effet que l'on cherche à obtenir; 3° De la composition du

Digitized by Google

circuit; 4° De la nature du fil des électro-aimants. On peut cependant conclure d'une manière générale que la grosseur du fil à employer pour des électro-aimants doit être en rapport avec *la quantité d'électricité produite dans un temps donné par la pile,* et que *sa longueur* ou sa résistance doit dépendre *du nombre d'éléments en série,* que l'on veut employer.

Pour démontrer la première condition de force des électro-aimants, je n'aurais qu'à rappeler que pour une faible pile comme celle de Daniell, un fil un peu gros produit une force électro-magnétique beaucoup moindre que ne le ferait un fil fin, ce qui est reconnu par tous ceux qui ont expérimenté. Mais voici une expérience beaucoup plus concluante : un élément de Bunzen dans *toute sa force* ayant pu faire porter un poids de 15 kilog. à une électro-aimant enroulé de 6 tours de fil de 2 millimètres de diamètre, lorsqu'il n'en faisait porter que 12 à un électro-aimant semblable entouré de 8 tours de fil d'un millim., ne faisait plus porter au premier, lorsqu'il était un peu usé, que 10 kilogrammes pendant que le second n'avait subi comparativement qu'une très légère diminution dans son effet attractif.

On comprend d'ailleurs qu'il doit en être ainsi : car, de même qu'une batterie électrique ou une bouteille de Leyde doit avoir une grandeur proportionnelle à la machine qui doit être employée, de même que l'armature d'un électro-aimant doit avoir une grosseur en rapport avec la force magnétique qui doit agir sur elle pour qu'elle ne soit pas chargée d'un poids inutile, de même le fil conducteur d'une pile doit être en rapport avec la force de cette pile si l'on veut profiter de la multiplication des spires et surtout de leur proximité du fer.

C'est donc une question d'appréciation qui dépend de la nature et de la grandeur des éléments de la pile employée.

Digitized by Google

Voici comment M. Liais, à qui j'ai communiqué ces deux faits, les rattache à la théorie mathématique des courants :

« 1° *Pour une faible pile comme celle de Daniell, un fil un peu gros produit une force électro-magnétique beaucoup moindre qu'un fil fin.*

« Il est facile, en effet, de voir par la théorie des maxima que le diamètre de fil qui donnera l'effet maximum, est égal à la racine quatrième du rapport du poids du fil employé au poids du fil de même nature et de diamètre 1, qui représenterait la résistance de la pile. Quand cette résistance augmente, le diamètre qui produit l'effet maximum diminue donc.

« 2° *Un électro-aimant dont le fil conducteur est gros et court, éprouve quand la pile use, une réduction proportionnellement beaucoup plus forte qu'un électro-aimant dont le fil est long et fin.*

« En effet, soient r la résistance de la pile fraîchement chargée, r' la résistance de la pile usée, l la longueur de fil de section 1 qui représente la résistance du fil gros et court, l' celle qui représente la résistance du fil fin et long, k le nombre des spires sur le premier électro-aimant, k' ce nombre sur le second.

« L'intensité magnétique dans le premier électro-aimant avec la pile fraîchement chargée sera proportionnelle à $\frac{k}{l+r}$. Avec la pile usée, elle sera $\frac{k}{l+r'}$. Le rapport de ces 2 quantités est $\frac{l+r'}{l+r}$ et ce rapport est celui des poids supportés par l'électro-aimant avec la pile fraîche et avec la pile usée.

Pour l'autre électro-aimant, ce rapport sera de même $\frac{l'+r'}{l'+r}$. Si au numérateur et au dénominateur de la fraction

Digitized by Google

$\frac{r'}{r}$ plus grande que l'unité, nous joignons un même nombre, nous la rapprocherons d'autant plus de l'unité que ce nombre sera plus grand; or, l' est $> l$, donc le rapport des poids supportés est plus voisin de l'unité dans le second cas que dans le premier, et par conséquent, un électro-aimant dont le fil est gros et court, éprouve, quand la pile use, une réduction dans sa force proportionnellement plus grande qu'un électro-aimant dont le fil est fin et long. »

On pourra apprécier sous son véritable point de vue la seconde condition par l'exemple suivant :

Un grand électro-moteur (pesant 500 kil.) que j'ai fait construire d'après mon dernier système, c'est-à-dire en le fondant sur l'attraction exercée dans le sens équatorial par la résultante axiale des électro-aimants sur l'axe de leurs armatures, avait deux systèmes d'électro-aimants qui fonctionnaient alternativement au nombre de 4 chacun; le fil qui les entourait avait 4 millim., et le circuit total était de 460 mètres. Cinq éléments (petit modèle Bunzen) suffisaient pour le mettre en marche; mais en ajoutant à la pile 10 éléments de plus, il n'avait pas acquis une force sensiblement plus considérable.

Il résulte de là que la résistance du circuit ou sa longueur était suffisante pour donner à cinq éléments de pile le maximum de force électro-magnétique qui était en rapport avec leur puissance, mais que cette résistance n'était plus assez grande pour correspondre avantageusement à une tension électrique plus considérable. Il en est en effet de la tension des courants comme de leur intensité : *après une certaine limite* dans l'accroissement de la force électrique, la résistance est vaincue; par conséquent, si la longueur du fil reste la même, ce qu'on ajoute à la tension de la pile est en pure perte, de même que ce dont on renforce son in-

Digitized by Google

tensité par l'agrandissement de sa surface, quand on n'augmente pas la section des conducteurs. Ainsi, lorsqu'on veut augmenter à volonté la force magnétique par le renforcement de la pile, il faut employer du fil un peu fin et d'une très grande longueur. Par réciproque, quand on veut agir avec le moins d'électricité possible, il faut employer un fil gros et court, en le proportionnant toutefois à la *nature* de la pile et à la manière dont on la dispose.

La composition du circuit influe aussi sur la force électromagnétique, et l'expérience curieuse que je vais rapporter, peut trouver son explication dans la discussion des formules des courants dérivés.

Pour faire fonctionner les cadrans compteurs distribués en différentes places de son atelier, M. Paul Garnier prend ses dérivations du courant sur une artère principale composée de fils de cuivre de grosse section, qui parcourent les ateliers dans toute leur longueur. 3 de ces cadrans pouvaient à peine être mis en marche avec 6 éléments de Daniell lorsqu'ils se trouvaient échelonnés : l'un au milieu du circuit, l'autre un peu avant celui-ci, et le troisième à l'extrémité de l'artère la plus éloignée de la pile. En augmentant alors la résistance du circuit dans l'artère, et cela en y interposant un fil de fer très fin, représentant en raison de sa moindre section et de sa moindre conductibilité 800 mètres du fil de l'artère, les 3 cadrans fonctionnaient non-seulement avec beaucoup plus de facilité, mais on a pu même supprimer 3 éléments à la pile sans altérer leur marche.

Si on analyse cette expérience dans ses différents détails, on pourra très facilement se rendre compte des effets que nous venons de signaler.

En effet, les circuits dérivés allant à chaque cadran représentent en raison de leur plus petite section une longueur de plusieurs mille mètres du fil de l'artère ; le courant arrivant

Digitized by Google

donc à la première dérivation se bifurque, et comme la résistance de cette dérivation et de l'intervalle de dérivation est à peu près la même, le courant tend à se partager également entre les deux. Il est donc affaibli de moitié dans l'artère quand il arrive à la seconde dérivation; là il se partage de nouveau, de telle sorte que dans les deux cadrans restants, le courant n'a plus qu'un quart de l'intensité qu'il aurait eue sans les dérivations.

En augmentant la résistance de l'artère, on affaiblit, il est vrai, l'intensité du courant dans le dernier cadran; mais on l'augmente dans les autres en forçant l'électricité à suivre de préférence le chemin le plus court, qui est alors le fil des différentes dérivations.

C'est par la raison inverse que, sur une ligne télégraphique présentant une grande résistance, il faut éviter de faire les dérivations trop près de la source électrique, ou que, si on les fait, il faut employer un fil très fin et très long, afin que le courant ne passe pas entièrement par la dérivation.

Il en est de même des points d'attache des dérivations. S'ils sont trop rapprochés, le courant passe presque entièrement par l'intervalle de dérivation, et le courant dérivé est réduit à presque rien.

Toutes ces conditions d'intensité des courants qui ressortent de la discussion des formules des courants dérivés, peuvent néanmoins être modifiées suivant qu'on fait varier la grosseur et la conductibilité des conducteurs; mais elles peuvent être prévues en faisant entrer ces divers éléments dans les formules.

Les circuits greffés issus de sources électriques différentes présentent des effets non moins étonnants, et il peut arriver que deux courants, marchant en sens inverse dans un conducteur commun, fournissent un maximum d'effet magnétique, tandis qu'au contraire, ils affaiblissent cet effet en marchant dans le même sens.

Digitized by Google

Supposons, par exemple, que deux circuits issus de deux piles différentes aient un conducteur commun constituant isolément la moitié de leur parcours ; supposons encore que dans chacun d'eux soit interposé un électro-aimant : si les deux courants marchent ensemble dans le conducteur commun, il arrive qu'au point d'attache des pôles correspondant des deux piles avec ce conducteur, les deux courants se bifurquent, et comme celles de ces bifurcations qui passent à travers la partie du circuit qui ne leur appartient pas, sont en sens inverse du courant de ce circuit, elles l'affaiblissent plus ou moins suivant que le conducteur commun est plus ou moins long. Au contraire, quand les deux courants marchent en sens inverse l'un de l'autre dans le conducteur commun, les bifurcations dont nous venons de parler, ne contribuent qu'à renforcer les deux courants à travers les électro-aimants.

La quatrième condition, c'est-à-dire la nature des fils des électro-aimants, n'existe que pour un seul cas, celui où le fil inducteur est en fer. Il se manifeste alors une réaction secondaire entre le fer devenu aimant sous l'influence du courant et le fer à l'état naturel dont se compose le conducteur: elle a pour effet de placer le fer électro-aimant dans les conditions d'un aimant muni de son armature. Il en résulte que le courant magnétique est, pour ainsi dire, paralysé. Aussi, un fer qu'on introduirait dans une bobine entourée d'un pareil fil, n'est-il pas entraîné comme dans le cas où cette bobine est recouverte de fil de cuivre; et l'aimantation communiquée à ce fer lui-même, est-elle infiniment moins énergique.

Digitized by Google

SUR LES SOURCES DE LUMIÈRE

ET LES

CAUSES DE NON-INTERFÉRENCE,

Par M. Emm. LIAIS.

Il résulte d'une expérience récente de M. Fizeau, que dans son mouvement, la matière pondérable entraîne avec elle une certaine quantité d'éther qui varie suivant les corps en même temps que l'indice de réfraction. D'après Fresnel et M. Cauchy, cette quantité d'éther combiné à la matière est proportionnelle à $n^2 - 1$, n désignant l'indice de réfraction, et les expériences de M. Fizeau s'accordent assez bien avec cette formule. Lorsqu'un corps est lumineux, on peut admettre que les vibrations qu'il communique à l'éther libre qui l'environne et même le pénètre, proviennent soit des vibrations de ses molécules pondérables, soit des vibrations des molécules de la portion d'éther combinée avec lui, et qui déter-

Digitized by Google

mine son état intérieur d'équilibre. La seconde hypothèse est la plus probable, bien que les conditions dans lesquelles un corps est lumineux, déterminent sans nul doute des vibrations de la part de ses molécules pondérables. Cette probabilité vient d'abord de l'analogie de la lumière et de la chaleur, car on ne peut guère douter que cette dernière ne résulte de l'état d'équilibre et surtout de mouvement de l'éther combiné à la matière; mais au reste, quand même les vibrations des molécules pondérables seraient la cause du mouvement éthéré qui produit la lumière, il est évident que leurs oscillations ne devront pas se transmettre directement à l'éther libre, qui, d'après l'expérience de M. Fizeau, ne paraît pas être influencé par leurs mouvements; mais cette transmission s'opérera par l'intermédiaire des atmosphères éthérées de ces molécules.

On conçoit ainsi facilement pourquoi l'on obtient beaucoup plus de lumière de la combustion d'un gaz quand on place un corps solide dans la flamme. En effet, les excès de l'indice de réfraction des gaz sur l'unité sont très petits et depuis mille jusqu'à six ou sept mille fois plus faibles que ceux de l'indice de réfraction des divers corps liquides et solides; de même les valeurs de $n^2 - 1$ sont pour les gaz, depuis mille jusqu'à douze mille fois plus petites que pour les corps liquides et solides. Or, lorsqu'on place un corps solide dans la flamme d'un gaz, les températures du gaz et du solide deviennent à peu près semblables, les oscillations de chaque molécule d'éther combiné, donnant lieu à la production de la lumière, doivent être également les mêmes, et comme le corps solide dont la densité est d'ailleurs plus grande que celle du gaz, contient aussi, à égalité de volume, de mille à douze mille fois plus d'éther combiné que ce gaz, il en résulte une source de lumière beaucoup plus forte. Lorsqu'il existe des actions chimiques entre les gaz et les corps solides

Digitized by Google

placés dans leur flamme, leur effet s'ajoute au premier.

En partant des considérations précédentes sur les sources de lumière, il est très facile d'expliquer les divers cas de non-interférence sans cesser de concevoir les vibrations de l'éther combiné de la source lumineuse comme isochrones. Pour cela, il faut d'abord remarquer que, si un corps lumineux est en mouvement, deux rayons présentant entre eux une certaine différence de marche ne sont pas partis du même point de l'espace, et cette circonstance influe sur la largeur des franges d'interférence. Cette largeur est diminuée d'une fraction de son étendue égale au rapport de la vitesse du point lumineux à la vitesse de la lumière, si le mouvement est dirigé vers l'observateur, et elle est, au contraire, augmentée d'une fraction égale au même rapport, si le point lumineux s'éloigne. D'après M. Doppler, cet effet est accompagné d'un changement dans la couleur: ce changement déjà admis par plusieurs physiciens, me paraît aussi très vraisemblable, mais il n'exerce aucune influence sur le fait qu'il s'agit de démontrer et qui est uniquement basé sur la variation de la largeur des franges d'interférence par suite du mouvement du point lumineux. Ainsi si l'on établit entre deux rayons interférents une différence de chemin égale à une longueur d'ondulation multipliée par le rapport de la vitesse de la lumière à celle du point lumineux, on aura une bande obscure, précisément au point où l'on aurait eu une bande brillante si la source de lumière avait été immobile. Cela posé, si l'on conçoit que les molécules d'un corps lumineux soient susceptibles de déplacements variables provenant soit de vibrations autour de leur position d'équilibre, soit de contractions et de dilatations de ce corps produites par ses variations de température, et si ces déplacements atteignent une demi longueur d'ondulation, c'est-à-dire $0^{mm},0002$ ou $0^{mm},0003$ suivant les couleurs, il en résultera que pour une

Digitized by Google

différence suffisante de marche des rayons interférents, les franges brillantes et obscures se formeront successivement et rapidement au même point; par suite l'œil recevra une sensation uniforme de lumière, et, en approchant de la limite où cet effet commencera, les franges deviendront de moins en moins brillantes. En outre, ces vibrations étant différentes pour chaque point suivant mille circonstances accidentelles, les rayons émanés de deux points différents (et il faut remarquer que ce que l'on considère comme un point lumineux se compose en réalité de milliers de molécules), quelque faible que soit l'intervalle de marche, seront dans le même cas que deux rayons émanés du même point et ayant une différence sensible de chemin parcouru (1). On peut donc expliquer aisément pourquoi deux rayons émanés de points différents et deux rayons émanés du même point mais ayant une différence un peu grande de marche, n'interfèrent pas, sans pour cela cesser de concevoir les vibrations de l'éther de la source lumineuse comme isochrones.

Si l'on remarque maintenant que les vibrations des molé-

(1) Dans ce dernier cas, le mélange des divers rayons colorés diminue beaucoup la différence de marche au delà de laquelle cessent les interférences, ainsi qu'il résulte des expériences de MM. Foucault et Fizeau, qui sont parvenus à faire interférer par la séparation des couleurs des rayons différant de sept à huit mille fois l'intervalle fondamental d'une interférence. De plus, en admettant la théorie de M. Doppler d'après laquelle la couleur change en même temps que l'intervalle d'interférence dans le mouvement des corps lumineux, il résulte de l'explication précédente que l'on pourrait par la séparation des couleurs faire interférer des rayons de toute différence de marche, émanés d'une même source, et l'on ne serait arrêté que par la difficulté de la séparation indéfinie des couleurs. Toutefois les déplacements des molécules de la source lumineuse autour de leur centre de gravité, qui expliquent le troisième cas de non-interférence, exercent aussi une influence.

Digitized by Google

cules pondérables de la source lumineuse ne doivent pas se composer seulement de mouvements de translation, mais aussi de déplacements autour de leur centre de gravité, et de plus que, par suite de la liaison existant entre elles et leur atmosphère éthérée, elles doivent entraîner cette atmosphère dans leurs oscillations, on voit que les vibrations des molécules éthérées sans cesser d'être isochrones, éprouveront une oscillation dans leur direction à cause de leurs relations de compatibilité avec la forme de l'atmosphère des molécules. Il en résulte que si l'on polarise la lumière dans deux plans rectangulaires, la différence de phase entre les deux rayons polarisés variera sans cesse, de sorte qu'en les ramenant ensuite au même plan de polarisation, les franges d'interférence auxquelles ils donneront lieu se déplaceront continuellement. Les bandes obscures et brillantes ne cessant donc pas de se recouvrir, l'œil éprouvera une sensation uniforme de lumière. On voit ainsi pourquoi deux rayons polarisés à angle droit et ramenés ensuite au même plan de polarisation, ne peuvent interférer, à moins d'avoir été primitivement polarisés dans le même plan.

Les trois cas de non-interférence peuvent donc s'expliquer sans cesser de concevoir les vibrations éthérées de la source lumineuse comme isochrones, et il n'est pas nécessaire de recourir à des irrégularités inexplicables et inadmissibles d'ailleurs lorsque la source reste dans des conditions identiques. Il existe des interférences, mais des déplacements des bandes les rendent invisibles. Comme ce que nous appelons un rayon lumineux, quelque délié qu'il soit, est produit par des vibrations de milliers de points, pour lesquels les instants d'interférence ne sont pas les mêmes, on ne peut espérer même par des mouvements rapides d'écrans à jour, parvenir à apercevoir ces interférences, en en séparant, pour ainsi dire, les instants. Il est encore bon de remarquer que les

Digitized by Google

mouvements des molécules pondérables ne peuvent produire que les trois cas de non-interférence que l'on a reconnus, et que l'isochronisme des oscillations des molécules pondérables est parfaitement admissible dans l'explication de ces trois cas de non-interférence : il suffit que les phases de ces oscillations soient différentes, et cela aura lieu nécessairement.

ANALYSE

DES

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ

RÉDIGÉE PAR LE SECRÉTAIRE.

Séance du 8 novembre 1852.

MÉTÉOROLOGIE. — *Etat de l'iode dans l'atmosphère.* — M. Besnou lit une note sur l'état de l'iode dans l'atmosphère et sur la possibilité de la formation de l'iodure d'azote dans les orages. (Cette note est imprimée, page 103.)

CHIMIE. — *Sulfocyanures.* — M. Besnou lit encore une addition à un Mémoire présenté par lui à l'Institut sur le sulfocyanure potassique et le sulfocyanure ferrique, (imprimée, page 127).

Digitized by Google

HYGIÉNE. —*Analyse des eaux de la ville de Cherbourg.* —M. Le Jolis appelle l'attention de la Société sur les eaux de la ville qui paraissent renfermer de l'ammoniaque, mais en proportion différente dans les diverses fontaines et puits publics, ainsi que le prouvent les changements de coloration qu'elles déterminent dans les teintures de bois de Campêche et de Dahlia jaune, et qui varient suivant la provenance de l'eau employée.

A ce sujet, M. Besnou annonce qu'il a trouvé de l'ammoniaque dans les eaux de la Divette comme dans celles des Fourches, mais, dans les unes et les autres, la quantité, qui n'a pas encore été dosée, est toutefois très minime, ainsi que la quantité de matière organique. Dans les eaux de la Divette, il y a très peu de sels; celles des Fourches forment un dépôt assez considérable, environ un douze millionième, de silice à l'état gélatineux. Il n'existe aucun sulfate, ni dans les eaux des Fourches, ni dans celles de la Divette. Toutes contiennent une quantité notable de fer et renferment de la magnésie à l'état de chlorure, mais en petite quantité. Il y a trouvé aussi une proportion très notable de chaux à l'état de chlorure probablement, et *fort peu d'iode*, ce qui confirme ses remarques antérieures sur la rareté de l'iode dans les eaux qui renferment des sels de chaux et de magnésie, ainsi que des sels ammoniacaux. Néanmoins, il considère ces eaux, comme remplissant les conditions de bonnes eaux économiques.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sonnerie électrique.* — M. Th. Du Moncel donne la description d'un appareil de sonnerie électrique qu'il organise à Martinvast pour la ferme école. Un ou plusieurs électro-aimants, ayant pour armatures des détentes de sonneries, sont placés dans le circuit d'un courant électrique qui se trouve fermé par les deux aiguilles d'une horloge (l'aiguille des heures ne fait qu'une fois le tour du cadran en 24 heures), lorsque ces aiguilles rencon-

Digitized by Google

trent des butoirs que l'on peut poser, en aussi grand nombre que l'on veut et aux heures que l'on choisit, sur la circonférence de deux cercles métalliques isolés entr'eux et communiquant aux deux pôles de la pile.

CHIMIE. — *Sophistications des farines.* — M. Besnou entretient la Société d'un procédé pour reconnaître dans les farines de froment le mélange des farines d'haricots, de pois et de maïs. (Ce Mémoire est imprimé page 108.)

Séance du 22 novembre 1852.

PHYSIQUE. — *Pile électrique.* — MM. L. Fleury et Emm. Liais font connaître à la Société diverses modifications qu'ils ont faites à la pile de Bunsen, et sur lesquelles ils ont adressé, le jour de cette séance, une note à l'Institut. (*Comptes-rendus*, tome XXXV, page 802.)

MINÉRALOGIE. — *Strontianite.* — M. J. David annonce à la Société que le minéral qu'il lui avait présenté dans sa séance du 20 septembre, comme étant probablement une strontianite, est, ainsi qu'il résulte d'un nouvel examen, un spath calcaire. La densité considérable 3,4 , l'aspect du minéral qu'il n'avait pas encore clivé et dans l'ensemble duquel la forme cristalline était difficile à reconnaître, mais surtout la propriété de son nitrate et de son chlorure de colorer en rouge la flamme de l'alcool, propriété considérée comme caractéristique de la strontiane, lui avaient fait regarder ce minéral comme pouvant être de la strontianite. Ayant cependant conservé des doutes, il a cru nécessaire de recourir à un examen chimique plus approfondi. M. Besnou ayant bien voulu se charger de cette opération a reconnu un spath calcaire. Par le clivage, il en a isolé des rhomboèdres, ce qui confirme ce résultat.

M. Besnou donne une description des essais auxquels il a

Digitized by Google

soumis ce minéral. Il a reconnu que les sels obtenus par l'acide chlorhydrique ou l'acide nitrique sont extrêmement déliquescents. Leur solution neutre ou légèrement acidulée par l'acide azotique, ne donne aucun précipité avec la solution de sulfate de chaux, ce qui prouve l'absence de strontiane ou de baryte. L'oxalate d'ammoniaque ou l'acide oxalique donnent un précipité abondant que l'examen microscopique lui a fait reconnaître pour un oxalate de chaux.

CHIMIE. — *Emploi du microscope dans les analyses chimiques.* — Au sujet de cet examen microscopique de l'oxalate de chaux, M. Besnou signale les avantages que l'on peut retirer de l'emploi du microscope pour la constatation de la chaux, de la strontiane, de la baryte et de la magnésie. Il a reconnu que cet instrument peut faire apercevoir dans des produits barytiques, des proportions de strontiane qui échapperaient à l'analyse, et qu'il peut seul permettre d'affirmer la présence ou l'absence de la magnésie dans les recherches où l'on doit la soupçonner mêlée avec la chaux.

ELECTRO-CHIMIE. — *Rôle de l'électricité dans la nitrification.* — M. J. David lit un Mémoire ayant pour but de démontrer que l'électricité est la cause principale de la nitrification, et il fait remarquer que c'est précisément dans les pays où l'électricité atmosphérique est la plus abondante que l'on trouve les nitrates en plus grande quantité. Il rappelle, à l'appui de son travail, les expériences de Priestley et de Cavendish sur la production directe de l'acide nitrique par l'électricité, l'analyse des eaux de pluie d'orage par Liébig, les recherches de M. Becquerel sur les substances soumises à une action électro-chimique lente, et il termine en examinant de quelle manière on pourrait employer l'électricité pour favoriser la production du nitre dans les nitrières artificielles.

Digitized by Google

Botanique. — M. Bertrand-Lachênée lit une note sur les résultats d'une exploration botanique qu'il vient de faire dans la Hague. Il a découvert deux plantes qu'il n'avait pas encore trouvées dans notre arrondissement : le *Senecio erraticus*, recueilli à Omonville-la-Petite, et une mousse, le *Weissia aciphylla*, Wahlenb, trouvée sur les littoraux d'Auderville et de St-Germain-des-Vaux.

Physique appliquée. — *Electro-moteurs.* — M. Th. Du Moncel donne la description d'un moteur électro-magnétique qu'il vient de faire construire et qui est à mouvement de rotation direct. La disposition générale de cet électro-moteur est celle que l'on donne ordinairement à ce genre de machines, mais les électro-aimants ont leurs canons de fer évasés à l'extrémité, et les armatures en forme de lames ont leurs plus grandes surfaces disposées tangentiellement à la circonférence du tambour mobile qui les supporte. Il résulte des recherches de l'auteur que ces deux dispositions augmentent beaucoup la force. Ce moteur met en mouvement une machine de l'invention de M. Th. Du Moncel, et qui est destinée à entourer de soie le fil de cuivre nécessaire aux applications de l'électricité.

Au sujet de cette communication, M. Emm. Liais fait remarquer que l'on peut doubler la puissance de tous les moteurs électro-magnétiques à mouvement de rotation direct, en rendant mobile comme celui qui supporte les armatures, le tambour auquel sont fixés les électro-aimants, et que l'on a l'usage de rendre fixe. On a, par suite de cette mobilité, deux mouvements inverses d'égale force que l'on peut, au moyen d'engrenages, combiner en un seul mouvement de rotation.

Chimie. — *Analyse de chaux hydraulique.* — M. Besnou présente à la Société le résultat d'une analyse qu'il a faite en 1851, de la chaux hydraulique de Doué, près Nantes, et il

Digitized by Google

annonce qu'il reviendra sur cette question.

CHIMIE. — *Dosage du gluten des farines.* — M. Besnou lit une note dans laquelle il examine si l'on peut doser dans les farines le gluten à l'état humide. (Cette note est imprimée, page 125.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Lumière électrique.* — M. Emm. Liais fait remarquer qu'il y a fortement lieu de croire que l'on régularisera beaucoup la lumière électrique en rendant égale l'usure des deux charbons par un renversement très fréquent du sens du courant, et en plaçant en outre ces charbons dans un globe de verre, renfermant un gaz impropre à la combustion. Il annonce qu'il se propose de faire des expériences à ce sujet, et il indique les précautions à prendre pour empêcher que l'accroissement de force élastique du gaz par la chaleur n'occasionne la rupture du verre. Il fait remarquer que l'on obtiendra un gaz convenable par la combustion d'une portion des charbons, pourvu que l'on empêche l'air extérieur de renouveler celui que renferme le globe de verre, et il décrit deux systèmes de régulateurs qu'il se propose d'employer pour renverser le sens du courant et maintenir constante la distance des charbons. Un mouvement d'horlogerie ou un moteur électrique composent la pièce principale de ces régulateurs que l'on peut varier à l'infini. Toutefois l'un d'eux renferme une disposition sur laquelle M. Liais insiste particulièrement. Elle consiste en un double système de charbons placés l'un près de l'autre. Le courant passe alternativement dans chacun de ces systèmes, et pendant qu'il le traverse, les charbons de l'autre système sont amenés au contact par un mécanisme d'horlogerie, puis écartés d'une quantité constante et que l'on fixe à volonté suivant l'intensité de la pile que l'on veut employer. Enfin, pour dissimuler le passage du courant de l'un à l'autre système, l'ensemble de l'appareil est animé d'un mouve-

Digitized by Google

ment de rotation rapide. M. Liais fait ensuite remarquer que si, à l'aide d'un mécanisme convenable, on tire dans l'espace d'une seconde 50 à 60 étincelles électriques au moins, l'œil reçoit l'impression d'une lumière uniforme, mais toutefois moins intense que si le courant passait continuellement. On peut profiter de cette propriété pour produire la lumière électrique avec une intensité réduite sur un grand nombre de points à la fois et avec une seule pile. Il suffit pour cela de faire passer successivement l'étincelle dans une série d'appareils, en recommençant cette série quand elle est finie, et cela ne présente pas de difficulté puisque l'on peut à l'aide de dispositions bien connues obtenir plusieurs milliers d'étincelles par seconde. En outre, à l'aide d'électro-aimants convenablement disposés et placés dans le courant, on peut augmenter considérablement l'éclat des étincelles. Cette propriété peut être utilisée pour réduire le nombre des éléments, ou bien à l'aide de diverses dispositions que l'auteur indique, augmenter encore le nombre des appareils d'éclairage pour une même pile.

Séance du 13 décembre 1852.

OPTIQUE. — *Causes de non-interférence.* — M. Emmanuel Liais présente à la Société des considérations sur les sources de lumière et les causes de non-interférence. (Ce travail est imprimé page 175.)

HYDRAULIQUE. — *Digues contre les envahissements des torrents.* — M. De Montrond fait connaître à la Société un système de digues qu'il a employé avec succès pour protéger des terrains contre les torrents dans un pays de montagnes. Lorsque la base du cône résultant des dégradations sur les flancs des montagnes par le travail des eaux, a atteint des dimensions suffisantes, l'auteur établit un massif prima-

Digitized by Google

tique de maçonnerie assez volumineux pour sortir encore au-dessus du terrain après les tassements. Ce massif se présente obliquement au torrent et une chaussée, semblable aux digues que l'on emploie ordinairement, relie son point le plus bas avec la rive que l'on veut protéger. Le torrent arrêté par cette résistance tourne sur lui-même, dépose devant la chaussée les graviers et le limon qu'il charrie, et abandonne peu à peu ce côté, en limitant son parcours par un arc de cercle qui tourne sa convexité du côté de la rive protégée. Si la flèche de cet arc est trop petite, on établit de nouveaux endiguements semblables, entre le premier et le sommet du cône.

OPTIQUE. — *Relations entre la vitesse de la lumière et le mouvement absolu de translation de la terre.*— M. L. Fleury fait remarquer que le mouvement absolu de tranlation de la terre dans l'espace, et non pas uniquement son mouvement annuel comme l'ont avancé quelques physiciens, doit être accusé par les variations de vitesse de la lumière dans différentes directions, et il indique un projet d'expérience destiné à mettre ce mouvement en évidence et à en faire connaître la valeur. (Ce travail sera imprimé dans les Mémoires de la Société.)

PHYSIQUE. — *Electro-aimants*. — M. Th. du Moncel donne communication des résultats de quelques expériences qu'il vient de faire sur la force aspirante et la force portante des électro-aimants. Il a reconnu que, pour l'aspiration, la force est plus grande quand on allonge les branches de l'électro-aimant, tandis que la force portante reste sensiblement constante. Au contraire, cette dernière a paru plus grande en augmentant le diamètre des fils, et la force aspirante a diminué.

HYDRO-DYNAMIQUE. — *Veine liquide*. — M. du Moncel entretient aussi la Société d'expériences sur la forme de la

Digitized by Google

veine liquide dans un tube à étranglement, et il communique un dessin qui représente cette forme.

CHIMIE. — *Action de l'eau de mer sur les chaux et mortiers.* — M. Besnou dépose un Mémoire relatif à l'action de l'eau de mer sur les chaux et mortiers, et annonce qu'il transmettra prochainement un travail plus complet sur ce sujet qu'il continue de travailler.

Séance du 27 décembre 1852.

PISCICULTURE. — *Fécondation artificielle.* — M. Sivard de Beaulieu lit un Mémoire sur la multiplication des poissons de mer sur les côtes de la Manche. Il fait d'abord remarquer que, malgré leur utilité, les lois sur la pêche seront insuffisantes pour arrêter le dépeuplement des côtes, si la science et l'observation ne viennent en aide en favorisant la multiplication des poissons. Il indique les points où des essais pourraient être tentés aux environs de Cherbourg; il cite les étangs de Gatteville, de Vrasville, de Nacqueville, les larges fossés d'eau courante de Cosqueville et de Fermanville, mais surtout les fossés et les bassins du port militaire de Cherbourg. Il décrit les procédés à employer et le choix des circonstances les plus favorables pour opérer la fécondation artificielle. Il fait voir comment on pourrait employer les mêmes moyens pour naturaliser sur nos côtes certains poissons d'autres contrées et cite ceux que l'on pourrait essayer avec le plus d'avantage. Enfin l'auteur passe en revue les divers procédés de pêche pour rechercher ceux qui sont les plus désastreux, et il indique les résultats de ses nombreuses observations.

TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE. — M. Le Jolis présente à la Société un échantillon de *Valerianella carinata, L.*, récolté en décembre, et présentant un état de végétation remarquable.

Digitized by Google

Les fleurs du *Valerianella carinata* situées dans l'angle de bifurcation des rameaux, sont ordinairement rapprochées en cymes compactes munies de bractées très petites. Dans l'échantillon monstrueux présenté à la Société, les bractées ont pris un accroissement extraordinaire, et toute la force de la végétation a été employée à leur développement. Il en résulte que la plupart des cymes sont stériles par suite de l'atrophie des fleurs, et forment un bouquet de grandes feuilles ovales, lancéolées, ciliolées sur leurs bords. Quelques capitules cependant présentent des fleurs et des fruits bien constitués, mais en petit nombre.

BOTANIQUE.—M. Bertrand-Lachênée annonce avoir trouvé au mois d'août dernier, dans une ancienne carrière située sur le bord de la route d'Octeville, un exemplaire du *Verbascum thapso-nigrum*, Schiède, croissant en société des *V. thapsus* et *V. nigrum*, dont il est un hybride.

CHIMIE. — M. Jouvin dépose pour les archives une note sur des analyses des ciments de Portland, Boulogne, Parker brun et Parker jaune.

Séance du 10 janvier 1853.

PHYSIQUE. — *Courants d'induction.* — M. Du Moncel décrit une disposition à l'aide de laquelle il détruit l'instantanéité des courants d'induction produits dans les appareils qui renferment des commutateurs, et il les empêche de traverser la pile, du moins presque complètement. Le principe de cet appareil consiste à présenter aux deux extrémités des fils des électro-aimants, un conducteur meilleur que la pile, au moment où l'on détourne son courant qui n'est pas rompu.

M. Emm. Liais indique également la disposition d'un commutateur qu'il avait imaginé, et qui est fondé sur le même principe. Ce commutateur est plus compliqué que

Digitized by Google

celui de M. Du Moncel à qui il en avait communiqué la description, parceque l'effet utile de la pile est continu au lieu d'être intermittent. M. Emm. Liais a, depuis cette époque, combiné cet appareil avec son commutateur à renversement des pôles pour la destruction de l'effet de la force coercitive. Il fait de plus remarquer à cette occasion, que la disposition relative des piles et des électro-aimants employée, en général, dans les électro-moteurs donne au courant d'induction le maximum d'intensité et il indique la disposition qui peut au contraire leur donner le minimum.

PHYSIQUE. — *Puissance magnétique de la pile.* — M. Emm. Liais lit une note sur la puissance magnétique de la pile. Il démontre en partant des lois des courants électriques, que, par l'emploi de conducteurs interpolaires multiples réunis en un seul faisceau par leurs extrémités, mais se distribuant sur des électro-aimants différents, on peut en augmentant en conséquence le nombre des électro-aimants et multipliant dans le même rapport le nombre et la longueur des conducteurs, multiplier de la même manière la somme de magnétisme développé par un seul élément, jusqu'à une limite extrêmement reculée et probablement fonction de la vitesse de l'électricité. Il fait remarquer que la production d'électricité par la pile reste toutefois constante, c'est le chemin qu'elleparcourt, qui, en croissant, donne lieu à cet effet.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Moteurs à air.* — M. Mangin communique à la Société un dessin de la machine à air chaud de M. Ericsson, dessin qu'il a exécuté en traduisant une description de cette machine. Il signale quelques objections que l'on peut faire à cette disposition, et il insiste particulièrement sur les difficultés du chauffage à sec, et sur quelques inconvénients des treillis métalliques.

A ce sujet, M. Payerne donne la description d'une machine à air chaud inventée par M. Lobereau, et qu'il

Digitized by Google

a vue fonctionner à Paris. Il signale les remarques que sa marche lui a suggérées.

M. Emm. Liais entretient la Société d'une machine à air chaud qu'il a imaginée, il y a plusieurs années. Dans cette machine qui est à double effet, l'air ne se dilate qu'après avoir acquis la température maxima qu'il doit atteindre.

Séance du 14 février 1853.

ZOOLOGIE. — *Patrie primitive et origine du Bœuf domestique.* — M. N. Joly, membre correspondant de la Société à Toulouse, adresse un Mémoire sur la Patrie primitive et l'origine du Bœuf domestique (imprimé page 113).

BOTANIQUE. — M. Le Jolis présente, au sujet du *Lunularia vulgaris*, quelques observations qui lui sont suggérées par une lettre de M. De Notaris. Dans un Mémoire publié en avril 1847 dans les Annales des Sciences naturelles (3e série, T. 7, p. 216), M. Le Jolis faisait remarquer que la plante d'Italie, fructifiant au mois de mai, pouvait être distincte de la plante observée en fructification à Cherbourg et en Irlande, au mois de septembre. Or le savant professeur de Gênes écrit à M. Le Jolis, qu'il croit ces prévisions très fondées, attendu qu'il possède deux échantillons en fruit, provenant de localités différentes et qui se distinguent au premier aspect, en ce que dans l'un le pédoncule est presque glabre, tandis qu'il est très velu dans l'autre. M. Le Jolis fait observer en outre que Micheli figure à la fois sur la même fronde, des anthéridies, des réceptacles femelles et des lunules gemmipares (Nov. plant. gen. tab. 4, p. 4.); — que Bischoff, tout en doutant que cette plante soit monoïque (les anthéridies lui en étaient inconnues), affirme que dans la plante de Florence, les lunules et les fleurs femelles se rencontrent sur les mêmes frondes (Nov. act. ac. nat. cur.

Digitized by Google

XVII, P. II, p. 1008, tab. 67, fig. 1-21.); — tandis que Dillen, au contraire, figure la plante irlandaise avec des frondes lunulifères stériles, et des frondes fertiles sans lunules (Hist. Musc. p. 521, tab. 75, fig. 5.). Or, aux environs de Cherbourg, non seulement le *Lunularia* est assurément dioïque, mais de plus, comme dans la plante de Dillen, les frondes fertiles paraissent privées des lunules, qui, par contre, abondent sur les frondes portant des réceptacles mâles. M. Le Jolis pense donc qu'il pourrait exister deux espèces de *Lunularia;* l'une (*L. Michelii*), *méditerranéenne*, monoïque? (sec. Micheli), à frondes fertiles lunulifères, fructifiant au printemps; — l'autre (*L. Dillenii*), *occidentale*, à pédoncule très velu, dioïque, à frondes fertiles privées (toujours?) de lunules, à frondes lunulifères portant les anthéridies, et qui fructifie en automne, à Cherbourg et à Barfleur, en Irlande, ainsi qu'en Portugal (coll. Welwitsch, herb. G. Thuret).

Digitized by Google

SUR LES

ENREGISTREURS ÉLECTRIQUES,

Par M. Th. du MONCEL.

Enregistreurs météorologiques.

S'il est une science qui puisse recevoir de l'application des moyens physiques et mécaniques un secours précieux et de tous les instants, c'est bien certainement la météorologie. Depuis longtemps, en effet, l'annotation des observations météorologiques exerce la patience et le zèle des savants, et pourtant, bien que leurs travaux aient fourni de précieux renseignements, d'importantes révélations sur certains phénomènes atmosphériques, ces travaux ne pourront être concluants qu'autant que les observations seront multipliées et faites simultanément sur les différents points du globe. Or, le zèle nécessaire pour ces sortes de travaux est bien rare à rencontrer, et l'on peut comprendre dès-lors combien serait utile l'emploi d'instruments qui pourraient annoter eux-mê-

Digitized by Google

mes, d'une manière continue, les différentes influences atmosphériques, instruments que l'on pourrait placer en tels ou tels points du globe que l'on croirait importants pour ces sortes d'observations, sans qu'il soit besoin de la présence d'un homme dont le zèle pourrait répondre de l'exactitude.

Pour ces sortes d'instruments, l'électricité a pu fournir un secours merveilleux, et, dès 1843, M. Wheatstone avait déjà conçu son *thermomètre-télégraphe* qui, exécuté sur une plus grande échelle, fut appelé *enregistreur-météorologique*, et établi à Kiew quelques années plus tard. Au moyen de cet instrument, toutes les indications relatives au baromètre, au thermomètre et au psychromètre se trouvent inscrites de cinq en cinq minutes, et cela, à quelque distance que l'on soit de ces instruments, qu'ils aient été emportés dans l'espace par un ballon captif ou qu'on les ait enfouis en terre.

Thermomètre télégraphe de M. Wheatstone.—Le thermomètre télégraphe destiné à être enlevé par un ballon, pèse, avec la boîte qui le contient, un peu plus de quatre livres. Son mécanisme se compose principalement d'une petite horloge qui fait descendre et monter, régulièrement en cinq minutes, un engrenage vertical; cet engrenage porte un fil fin de platine qui se meut dans le tube du thermomètre, de manière à comprendre dans sa course toute l'échelle thermométrique. Deux fils fins de cuivre, recouverts de soie et d'une longueur suffisante ponr unir le ballon à la terre, dans sa plus grande élévation, sont fixés à l'instrument, de telle manière que l'extrémité de l'un des fils plonge dans le mercure du thermomètre, et que l'extrémité de l'autre soit en contact avec les rouages de l'horloge, lesquels communiquent métalliquement avec le fil de platine. L'extrémité inférieure de chacun de ces deux fils est attachée à un pôle de la pile, et un galvanomètre sensible se trouve interposé dans le circuit. Si

Digitized by Google

l'on a disposé le galvanomètre de manière que l'aiguille marque le zéro, quand le courant est interrompu, il conservera cette même disposition tant que le fil de platine ne sera pas en contact avec le mercure du tube, mais l'aiguille déviera aussitôt que le contact aura lieu et restera déviée jusqu'à ce que ce contact soit de nouveau rompu par l'ascension de l'engrenage qui porte le fil.

L'instrument étant ainsi disposé, et le mouvement d'horlogerie réglé d'après un chronomètre-type qui restera à terre, supposez qu'après avoir observé la déviation de l'aiguille du galvanomètre, vous ayez constaté sur le chronomètre le moment où le courant se trouve rompu, vous saurez qu'alors commence la course ascensionnelle du fil de platine et, par conséquent, que si la température reste la même, le courant sera de nouveau rétabli dans cinq minutes; si, au contraire, la température change, cette fermeture du courant aura lieu avant ou après les cinq minutes. Connaissant donc la relation qui existe entre une seconde ou une demi-seconde et l'étendue de chaque degré du thermomètre, on peut facilement calculer, d'après le temps écoulé entre les fermetures consécutives du courant, les différents degrés de température indiqués par le thermomètre.

On conçoit que le même mécanisme peut être appliqué au baromètre et au psychromètre, pourvu qu'ils soient suspendus en équilibre dans le ballon.

L'appareil tel qu'il vient d'être décrit n'enregistre pas, comme on le voit, les observations, et pourtant, en théorie, la chose serait facile, car il suffirait de remplacer le galvanomètre par un électro-aimant muni d'un crayon qui tracerait, sur un cylindre tournant régulièrement, un trait à chaque fermeture du courant. Mais, pour qu'un électro-aimant puisse agir avec un circuit considérable, il faut des fils conducteurs un peu gros, une pile énergique, et il importait

Digitized by Google

pour ne pas charger le ballon, d'agir avec des fils très-fins. De plus, il fallait employer une pile très-faible pour ne pas provoquer une étincelle qui aurait pu causer quelques trépidations de la part de la surface du mercure du thermomètre, force a donc été d'employer dans ce cas le galvanomètre.

Enregistreur météorologique de M. Wheatstone.—L'annotation des indications thermométriques, barométriques et psychrométriques a été réalisée dans l'enregistreur météorologique établi à Kiew.

Bien que fondé sur le même principe que l'instrument précédent, il en diffère pourtant en ce que l'enregistrement des observations se produit au moment où le fil sort du mercure et où, par conséquent, le courant se trouve rompu. En cet instant, en effet, l'électro-aimant dont nous avons admis la présence, quand il s'agissait de produire une annotation écrite de la part de l'appareil précédent, se trouve inactif et laisse tomber son armature contre un levier à détente qui laisse libre un mouvement d'horlogerie. A ce mouvement d'horlogerie indépendant de celui qui provoque l'ascension et la descente du fil dans les instruments, correspond un levier à marteau, comme celui d'une sonnerie, qui se trouve disposé de manière à frapper les extrémités de deux étoiles flexibles dont les rayons portent des caractères en relief. Ces caractères ainsi frappés, peuvent laisser leur empreinte sur un cylindre revêtu d'une feuille de papier, lequel est mis en rapport de mouvement avec le mécanisme d'horlogerie du marteau, à la manière des télégraphes imprimeurs.

Les étoiles flexibles, appelées roues des types, dont le mouvement s'accorde parfaitement avec l'ascension et la descente du fil qui plonge dans le mercure des instruments, sont tellement disposées que quand l'une, munie de quinze rayons portant chacun une lettre, a fait un tour sur elle-même en trente secondes, l'autre roue qui n'a que douze rayons

Digitized by Google

correspondant aux dix chiffres et au point de repère, n'a accompli qu'un douzième de sa révolution. Il en résulte que cette dernière fait sa révolution entière en six minutes, précisément l'intervalle compris entre une ascension et une descente du fil, car une minute a été calculée pour la descente du fil ou son replacement à son point de départ.

On comprend, d'après cela, que plus la colonne de mercure sera élevée dans les tubes des instruments, plus la détente du mécanisme imprimeur mettra de temps avant d'agir, et plus, par conséquent, il y aura de rayons des roues des types qui auront échappé au coup de marteau. Connaissant donc la valeur en fractions de millimètres, représentée par chacun des caractères des deux roues, on peut connaître, par l'inspection de leurs traces, les diverses oscillations des colonnes mercurielles.

Comme chaque rayon de la roue des types qui fait son tour en trente secondes, met deux secondes pour arriver à la place qu'il doit occuper pour être susceptible de recevoir le choc du marteau imprimeur, et que, pendant cet intervalle très court, il pourrait arriver que le fil quitterait le mercure, M. Wheatstone a joint à son instrument une sorte d'appareil protecteur par lequel le courant est retenu pendant un instant, après que le fil a quitté le mercure, toutes les fois que cela arrive pendant le changement de rayon de la roue des types. Cet appareil appelé *rhéotome,* consiste dans un cercle à cinquante divisions, alternativement cuivre et ivoire, avec un index mobile. Si l'index est sur le métal, la communication est maintenue; s'il est sur l'ivoire, elle est rompue. La disposition de l'instrument est telle que l'index doit toucher le métal quand le courant doit être maintenu; il fait une révolution par minute.

Pour donner à l'armature de l'électro-aimant du mécanisme imprimeur une chute considérable, sans perdre les bénéfices

Digitized by Google

de l'attraction à petite distance, M. Wheatstone a imaginé un petit mécanisme complémentaire fort ingénieux et qui pourrait être employé dans beaucoup d'autres cas. C'est une petite roue placée sous l'armature elle-même, et qui est mise en rotation par le mouvement d'horlogerie correspondant. A cet effet, elle est munie d'une petite cheville qui en rencontrant cette armature, la relève graduellement et la rapproche de l'aimant pendant la minute inactive. Après l'avoir élevée à son maximum et l'avoir abandonnée à l'attraction de l'aimant, elle passe outre pour laisser place à une nouvelle chute lorsqu'elle tombera au moment de l'observation.

On pourrait croire, d'après la description précédente, que chaque instrument météorologique exigerait des roues à types et un appareil à percussion séparés, mais un mécanisme bien simple a permis à M. Wheatstone de faire enregistrer les indications de tous les instruments par le même appareil. C'est un cercle de dix secteurs en cuivre, isolés les uns des autres par dix séparations en ivoire; trois de ces secteurs métalliques sont isolément en communication métallique avec un des instruments, et un index à deux branches peut réunir successivement ces secteurs avec leurs opposés qui sont en communication directe avec l'autre branche du courant, c'est-à-dire celle qui passe par l'électro-aimant de détente. L'index étant relié au mouvement d'horlogerie et accomplissant une révolution autour de son centre en 1 heure, chaque secteur se trouve donc posséder le courant pendant six minutes, et c'est précisément le temps d'une ascension et d'une descente du fil métallique dans les tubes des instruments. Or, comme les trois secteurs se suivent, chacun des trois instruments a alternativement ses indications transcrites de vingt-quatre en vingt-quatre minutes.

Digitized by Google

Anémomètres électriques.

De tous les instruments de la météorologie, le plus ingrat, le plus inconstant dans ses indications, et celui qui exige le plus de dévouement de la part de l'observateur, est sans contredit l'anémomètre. Pourtant une étude suivie des vents et de nombreuses séries d'observations faites simultanément, dans un grand nombre d'endroits, non seulement enrichiraient la science d'une branche féconde en phénomènes de tous genres, mais pourraient venir en aide à l'agriculture, à l'horticulture, à la botanique, etc.; car des vents dépendent les variations accidentelles de la température et, par suite, la plupart des phénomènes atmosphériques.

On a bien cherché, à plusieurs reprises, le moyen d'obtenir des observations continues, à l'aide de certains mécanismes plus ou moins compliqués et, pour mon compte personnel, j'en avais fait construire un à clepsydre qui, pendant un an, m'a fourni des indications fort importantes; mais je me suis assuré par l'expérience que, bien que les indications fournies par cet instrument fûssent consignées pour un intervalle de vingt-quatre heures entre chaque observation, le relevé de ces indications et les apprêts nécessaires pour en obtenir de nouvelles, exigeaient un si grand zèle de la part de l'observateur, que peu de personnes en sont susceptibles. D'ailleurs, la position élevée qu'on est obligé de donner à l'instrument et la nécessité de l'aborder facilement, conditions qui, dans la plupart des cas, ne peuvent être remplies qu'en le plaçant sur une tour ou sur une terrasse belvédère, rendent son emploi assez difficile, et son observation très gênante et très pénible, surtout par les mauvais temps. Je me suis mis alors à rechercher s'il n'y aurait pas moyen d'obtenir

Digitized by Google

dans mon cabinet et, par l'intermédiaire seul de l'électricité, les indications de mon anémomètre, et voici comment j'ai résolu le problème dans mon anémographe électrique :

Supposez qu'un anémomètre, dont nous allons indiquer à l'instant la disposition, soit placé au sommet d'un toit, d'une tour ou d'une montagne même, et que des fils métalliques, combinés en conséquence, unissent cet instrument à un autre appareil récepteur qui sera placé dans le cabinet de l'observateur, on pourra comprendre déjà qu'un courant électrique passant à propos par ces fils et les deux appareils, pourra, à l'aide de certains mécanismes adaptés à l'anémomètre, se trouver interrompu ou rétabli suivant la vitesse et la direction du vent. Or, ces interruptions pouvant être accusées sur l'appareil récepteur, il suffit d'adapter à celui-ci un mécanisme marquant le temps, pour obtenir des indications continues inscrites sous l'influence du vent, par le seul intermédiaire de l'électricité. Tel est le principe de mon anémographe électrique, dont j'ai dû varier la disposition suivant le nombre de fils employés pour transmettre le courant ou suivant le genre d'indications que l'on veut obtenir.

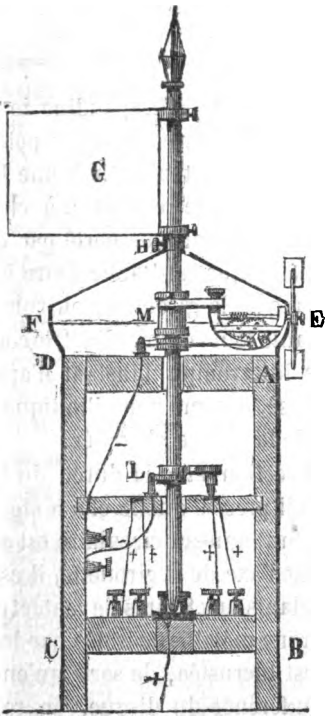
Quand la distance de l'anémomètre à l'appareil récepteur n'est pas grande comme, par exemple, celle d'un toît à l'une quelconque des pièces de l'intérieur d'une maison, l'anémographe à onze fils doit être préféré, car les indications sont plus sûres et la dépense des fils n'est pas considérable. Mais comme il peut arriver que, voulant observer la marche des vents sur de hautes montagnes, on se trouve forcé, par économie, de n'en employer que le moins possible, j'indiquerai les deux genres de mécanismes.

Anémographe électrique à onze fils de M. Th. du Moncel. — La description de cet appareil a été faite dans la plupart des journaux de l'année dernière, et même dans quelques uns de ceux de cette année ; aussi, dans la crainte de ne pas

Digitized by Google

être aussi clair qu'eux et de ne pas insister suffisamment sur les parties le moins susceptibles d'être comprises, j'emprunterai au journal l'*Union*, du vingt-six janvier 1853, son compte-rendu qui m'a paru le plus clair et le plus concis.

« La partie de l'appareil de M. du Moncel qui doit recevoir l'influence du vent, se compose d'une boîte cylindrique au centre de laquelle est placée une girouette. L'axe de cette



girouette, fixé à la palette, forme corps avec elle, il s'appuie par sa base sur une crapaudine, et est maintenu vers son

Digitized by Google

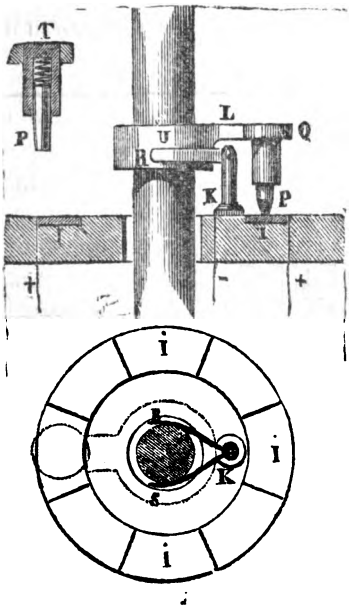
milieu par un collier qui la laisse libre dans ses mouvements. Dans le même plan que la palette, du côté opposé et au-dessus du collier, se trouve l'axe horizontal d'un moulinet E, dont les ailes font ainsi face au vent dans toutes ses positions. L'axe de ce moulinet, muni d'une vis sans fin, engrène avec un rouage tellement combiné, que chaque tour de roue correspond à cinquante révolutions de l'axe et des ailes. Cela fait, il suffit pour avoir une indication de la vitesse, que chaque révolution de la roue aille s'incrire dans le cabinet de l'observateur et figurer d'elle-même au registre des observations.

» Pour atteindre ce but, la crapaudine de la girouette est mise en communication avec l'un des pôles de la pile, tandis que l'autre pôle vient aboutir à une languette isolée du reste de l'appareil et que rencontre, à chaque révolution de la roue, un butoir métallique porté par elle. Comme la communication métallique est établie entre la crapaudine et le moulinet par l'axe de la girouette, on comprend aisément que tous les cinquante tours du moulinet, le courant électrique passera pour être interrompu l'instant d'après. Ce courant temporaire est utilisé, comme nous l'indiquerons plus tard, pour l'indication de la vitesse cherchée.

» Quant à la direction et à la durée du vent, la même portion de l'appareil précise quelle elle a été et combien elle a duré. Pour cela, un anneau circulaire est adapté au bâtis solide qui maintient l'axe de la girouette, il est partagé en 8 secteurs correspondants aux 8 aires de vent, et chacun d'eux se compose d'une plaque métallique isolée par le châssis de bois dans lequel elle est incrustée, de sorte qu'en promenant la main sur la circonférence du disque, on rencontrera huit interruptions successives et très minces entre les huit secteurs métalliques. Chacun d'eux est mis en communication avec

Digitized by Google

l'un des pôles de la pile qui doit être le même pour tous, tandis qu'un doigt métallique à ressort, partant de l'axe de



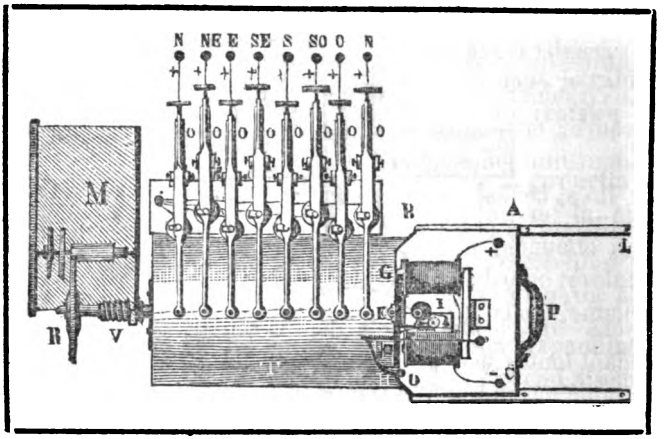
la girouette et s'appuyant sur la couronne métallique, établit la communication avec l'autre pôle tantôt par l'un, tantôt par l'autre de ces secteurs.

» On conçoit donc facilement que le courant pourra donner des indications différentes suivant celui de ces secteurs qui lui aura livré passage, c'est-à-dire suivant les différentes dispositions de la girouette; et, comme ces indications se prolongent tant que passe le courant, on connaît par là même le temps pendant lequel le vent a persévéré dans la même direction.

Digitized by Google

» Il reste maintenant à esquisser la seconde partie de l'appareil, celle qui, placée dans le cabinet de l'observateur, recueille les indications et les inscrit.

» Cette partie se compose d'un mouvement d'horlogerie qui commande un cylindre horizontal revêtu de papier.



» Ce cylindre exécute en douze heures une révolution complète autour de son axe, en même temps que, conduit par un pas de vis, il s'avance d'une quantité constante, deux millimètres environ par révolution.

» On comprend aisément qu'avec une semblable disposition, un crayon appuyant constamment sur le papier dont le cylindre est revêtu, y décrira une hélice dont les spires seront distantes de deux millimètres les unes des autres, et en nombre égal à celui des tours du cylindre, c'est-à-dire celui des demi-journées pendant lesquelles aura duré le mouvement. De plus, comme on peut tracer à l'avance à la surface du cylindre et parallèlement à son axe, douze droites

Digitized by Google

équidistantes, on connaîtra à quelle heure du jour correspond une impression donnée du crayon par la seule inspection de l'espace où elle se trouve marquée. Des divisions intermédiaires donneront encore plus d'exactitude à l'observation.

» Enfin, l'hélice décrite par le crayon qui tracerait constamment, n'ayant que deux millimètres de distance entre ses spires, on conçoit qu'il soit possible, sans trop exagérer la longueur du cylindre récepteur, d'établir à la suite les uns des autres huit crayons correspondants aux huit aires de vent, et qu'en donnant à chacun au moins trente-deux millimètres de course, on pourra percevoir leurs indications distinctes pendant huit jours entiers.

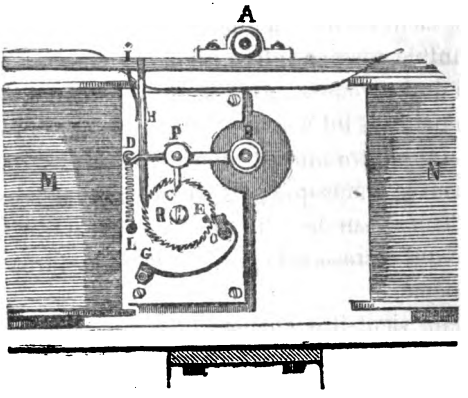
» Il est facile de voir maintenant comment M. du Moncel, en utilisant le passage intermittent du courant, peut faire agir celui des crayons qui correspond à la disposition actuelle de la girouette. Il lui a suffi d'adapter à chacun des porte-crayons un électro-aimant dont l'action, se produisant pendant tout le temps que passe le courant, le laisse appuyé continuellement sur le cylindre et lui fait tracer la portion de l'hélice qui correspond pour l'heure et la durée à celle du vent lui-même.

» Le vent vient-il à changer? le courant envoyé par un autre secteur de la couronne que porte la girouette, fait agir un autre crayon et abandonne le premier que relève à l'instant un ressort antagoniste disposé à cet effet. Le vent correspond-il a une séparation? aucun trait n'est marqué, mais, en suivant les deux traces entre lesquelles cet intervalle, sans indication, est compris, on peut apprécier immédiatement la nature et la durée de ce vent.

» Quant à la vitesse du vent, le courant dérivé qu'établit l'engrenage dont nous avons d'abord parlé, provoque à chaque tour de roue, et toujours par un électro-aimant, l'action d'un crayon qui laisse une trace sur une portion du

Digitized by Google

cylindre à lui réservée, et permet de compter, par le nombre de ces traces, le nombre de tours exécutés par le moulinet lui-même dans un temps donné. En effet, comme l'électro-aimant qui fournit ces indications est placé transversalement sur le cylindre; les traits qui sont marqués sont dans le sens de la génératrice de ce cylindre, il y en a donc un d'autant plus grand nombre dans chaque espace qui correspond à un laps de temps déterminé, que le vent est plus fort. Or, comme on peut, par la correspondance des lignes, voir quel vent soufflait pendant ce laps de temps, il est facile de rapporter à tel ou tel vent, telle ou telle vitesse ainsi déterminée.



» Cependant, comme dans les vents un peu forts, les traits ainsi marqués sur le cylindre pourraient être tellement rapprochés qu'ils se confondraient, force a été à M. du Moncel d'établir un compteur spécial pour les grands vents; ce compteur, d'ailleurs, lui permettait un compte plus facile et plus prompt de tous les traits correspondants à une vitesse moindre. Cette partie de l'appareil, placée entre les branches de l'électro-aimant des vitesses, consiste dans une roue à ro-

Digitized by Google

chet de cinquante dents R, sur laquelle agit un cliquet H fixé à l'armature de l'électro-aimant et qui porte, en l'un des points de sa circonférence, un doigt E disposé de telle façon qu'à chaque révolution de la roue un petit levier coudé BPC portant un crayon se trouve mis en jeu. Comme ce dernier crayon correspond au crayon A des petites vitesses, on comprend que les traits laissés par lui correspondent à tous les cinquante traits laissés par l'autre crayon, et que pour un même intervalle de traits on puisse avoir l'indication d'une vitesse cinquante fois plus grande.

» M. du Moncel avait pensé, dans l'origine, à remplacer les électro-aimants de son appareil par des crayons de fer agissant, comme dans le télégraphe électro-chimique de Bain, sur du papier recouvert de cyanure de potassium, mais les nombreux inconvénients qui se rattachent à cette préparation du papier ont dû lui faire préférer le moyen, sans doute plus compliqué mais plus économique, des électro-aimants à crayons. L'appareil, du reste, tel qu'il est exécuté, forme un très joli meuble qui peut servir en même temps d'horloge et même de régulateur pour des compteurs électro-chronomètriques. De plus, un réveil a été ajouté à l'horloge pour prévenir, en cas d'oubli, du moment où l'on doit relever l'observation. Il suffit alors de retirer la feuille de papier de dessus l'appareil, d'en remettre une autre et de remonter les mécanismes pour remettre l'appareil en état de fournir une nouvelle série d'observations. En jetant alors les yeux sur la feuille qu'on vient d'enlever, on voit non seulement la récapitulation de toutes les indications relatives aux vents pendant les huit jours, mais on peut les suivre, même heure par heure, ce qui est un avantage inappréciable pour l'étude des variations diurnes du vent.

» Une pile de Daniell, de six petits éléments, peut faire marcher l'appareil, et la dépense de son entretien ne s'élève pas à dix francs par an.»

Digitized by Google

Anémographe électrique de M. Th. du Moncel à trois fils. — Si l'on ne veut employer que trois fils pour faire marcher l'appareil tel que nous l'avons décrit précédemment, un mécanisme additionnel devient indispensable, et le commutateur de l'anémomètre doit avoir une disposition toute particulière, du moins en ce qui concerne la direction et la durée du vent, car les mécanismes en rapport avec la vitesse restent les mêmes dans les deux cas. Il est bon aussi de dire, dès à présent, qu'en raison du cas particulier où ce nouvel instrument doit être préféré, deux des onze fils de l'appareil précédent peuvent être remplacés par la terre, et ces fils correspondent : l'un au circuit en rapport avec l'indication des vitesses, l'autre au circuit qui relie entre elles les différentes pièces de l'instrument qui doivent fournir la direction et la durée des vents.

Le commumateur de l'anémomètre à trois fils, au lieu d'être formé par une couronne métallique coupée en huit secteurs, se compose de 2 rebords métalliques disposés circulairement autour de l'axe de la girouette et divisés chacun en huit parties égales qui ne se correspondent pas *exactement* entre elles pour les deux circonférences, et cela, pour un motif que nous expliquerons. Toutes ces parties des deux circonférences sont d'ailleurs en rapport avec le même pôle de la pile, mais font partie d'un circuit différent, suivant la circonférence à laquelle elles appartiennent, de telle sorte qu'à proprement parler, un circonférence possède un circuit, et l'autre circonférence un autre circuit.

Le doigt qui doit agir sur ce commutateur au lieu d'être coudé est droit, ou plutôt se compose d'un simple levier sur lequel peut circuler, dans une double coulisse horizontale, un noyau métallique armé de deux butoirs parallèles qui plongent verticalement au-dessous du levier et qui se trouvent rappelés, ainsi que le noyau lui-même, dans une posi-

Digitized by Google

tion déterminée par un ressort à boudin. Ces deux butoirs descendent assez bas pour rencontrer les rebords des deux circonférences métalliques du commutateur, mais ils sont assez distants l'un de l'autre pour que l'un d'eux se trouvant engagé sur le rebord intérieur, par exemple, l'autre se trouve repoussé un peu au-delà du rebord extérieur. Inutile de dire que le levier et, par conséquent, les butoirs qui s'y trouvent adaptés sont en communication avec celui des pôles de la pile auquel n'aboutissent pas les deux fils du commutateur.

L'appareil étant ainsi disposé, et les rebords des deux circonférences étant placés entr'eux de telle manière que tous les intervalles de séparation d'une circonférence soient en avance sur les intervalles de l'autre circonférence, voici ce qui arrive quand l'appareil fonctionne. Si la girouette marchant de l'ouest à l'est, le premier butoir, que nous appellerons A, rencontre en premier lieu le rebord de la circonférence intérieure, le courant se trouve établi dans le circuit de cette circonférence, et le second butoir B passe latéralement au-dessus du rebord extérieur sans le toucher. Tant que le vent restera dans l'angle correspondant à l'azimut de ces rebords, le courant restera maintenu dans le même circuit. Mais si, au contraire, le vent, après l'avoir franchi, revient sur ses pas, c'est le butoir B qui, le premier, rencontre la circonférence extérieure et établit le courant dans le circuit correspondant. En même temps, le butoir A se trouve repoussé au-dessous du rebord de la circonférence intérieure et, ne le touchant pas, ne peut réagir sur le courant.

Pour que ce double mouvement puisse s'effectuer régulièrement, plusieurs petits détails accessoires deviennent indispensables; il faut d'abord que les parties des rebords, qui font saillie, se recourbent un peu pour que les butoirs puissent s'engager facilement, et, de plus, il faut qu'elles soient flexibles pour que, quand le butoir A est au-dessous du

Digitized by Google

rebord correspondant, elles ne soient pas un obstacle à sa marche. Mais, comme en rencontrant cette partie flexible des rebords, le butoir A pourrait réagir sur le courant en temps inopportun, ce butoir lui-même a dû être construit moitié en argent, moitié en ivoire, et disposé de telle manière que la demi-circonférence d'ivoire corresponde à la course rétrograde, et la demi-circonférence d'argent à la course normale.

Ainsi, suivant le sens dans lequel tourne la girouette, le courant se trouve renvoyé dans l'un ou l'autre des deux circuits. Nous allons voir maintenant comment ces deux circuits différents peuvent agir pour distribuer le courant sur les électro-aimants des crayons, suivant les différents azimuts du vent.

Supposez, en face l'un de l'autre, 2 électro-aimants dont l'armature, munie d'un crochet, puisse réagir en sens inverse sur une roue à rochet placée entre leurs pôles. Supposez que cette roue à rochet n'ait que 8 dents et porte, comme celle du compteur de la vitesse de l'appareil précédent, une cheville métallique à ressort appuyant de haut en bas. On comprendra qu'au moyen de leviers coudés, réagissant d'une armature sur l'autre et sur des leviers d'encliquetage, chaque mouvement de l'armature de l'un des électro-aimants fera avancer la roue d'un huitième de sa circonférence, tandis que l'autre électro-aimant, réagissant après, la fera rétrograder d'autant de fois un huitième de sa circonférence qu'il y aura eu de mouvements de la part de son armature. De plus, si la cheville métallique dont est armée la roue, est en rapport avec l'un des pôles d'une pile supplémentaire et rencontre, à chaque mouvement de la roue, une petite plaque métallique en rapport avec un électro-aimant indicateur de l'appareil primitif, il arrivera que, suivant le mouvement de la roue à rochet dans un sens ou dans l'autre, ce sera l'un ou l'autre des huit crayons qui deviendra actif. Par conséquent,

Digitized by Google

en interposant les deux électro-aimants moteurs de la roue à rochet dans les deux circuits correspondants au commutateur de l'anémomètre, et orientant les deux appareils, c'est-à-dire la girouette et la roue à rochet du mécanisme récepteur, chaque changement de vent pourra être accusé par la circulation du courant dans tel ou tel électro-aimant de l'anémographe précédent. Tel est le mécanisme additionnel au moyen duquel on peut économiser huit fils conducteurs.

Avec ce système, on pourrait, par un mécanisme très simple, mais dont les indications seraient peut-être moins sûres, éviter les huit électro-aimants de l'anémographe à onze fils, et réduire, par conséquent, leur nombre à trois seulement.

Il suffirait, pour cela, d'adapter à la roue à rochet du mécanisme additionnel dont je viens de parler, une poulie qui serait montée sur le même axe qu'elle. Cet axe pivoterait entre deux pointes d'acier, et sa poulie serait en correspondance avec une autre poulie du même diamètre, montée également sur un axe vertical. La distance des deux axes serait précisément égale au développement de la circonférence de ces poulies, et, au-dessous de ce système, tournerait le grand cylindre aux indications qui serait construit de la même manière que pour l'anémographe à onze fils, seulement, la feuille de papier s'enroulant sur un second cylindre placé de côté, et un peu au-dessous du premier, formerait comme une nappe légèrement inclinée au-dessous de ce système de poulies.

Une courroie, portant trois petits cylindres verticaux, dans lesquels pourraient glisser, jusqu'à une certaine limite, des crayons, relierait les deux poulies, et, comme la distance des centres de ces poulies serait égale au développement de leur circonférence, chaque dent de la roue à rochet du mécanisme récepteur qui s'échapperait ferait, prendre successivement aux

Digitized by Google

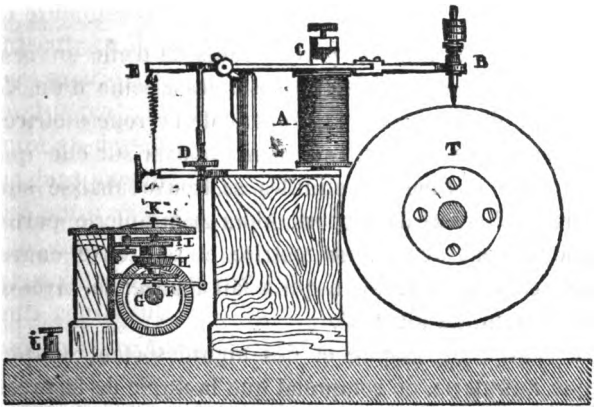
crayons de la courroie une position déterminée qui serait un huitième de la tangente commune ou de la partie droite de la courroie. En prenant donc celle de ces deux tangentes qui se trouve au-dessus de la génératrice du cylindre aux indications, comme étant la ligne suivant laquelle doivent se faire ces indications, on pourrait juger de la nature du vent qui a régné par la *hauteur* de la trace au crayon laissée sur le cylindre, et apprécier sa durée par la longueur de la trace elle-même. De plus, comme la longueur totale de la courroie représente trois fois la longueur de la tangente commune, un crayon devra toujours succéder à l'autre dans le champ des indications, quelque soit le sens dans lequel s'accomplit le mouvement des poulies ou de la roue à rochet. La disposition inclinée de la feuille de papier est forcée par la nécessité dans laquelle on se trouve d'éviter les marques du crayon au moment de leur retour du côté opposé au champ de l'indication, et les soubresauts qui résulteraient d'une solution brusque de continuité.

Anémomètre électrique à compteurs de l'Observatoire de Paris. — Au moyen des anémographes dont nous venons jusqu'à présent de parler, on peut suivre en quelque sorte la marche du vent, heure par heure, minute par minute; mais, pour les récapitulations mensuelles si nécessaires pour le calcul des moyennes météorologiques, un tel mode de notation entraîne tant de travail à cause des variations du vent, qu'on serait bien vite découragé si, à l'aide de compteurs spéciaux, cette récapitulation n'était faite elle-même par l'instrument. Aussi, l'appareil que nous allons décrire, peut-il être regardé comme un complément du premier et lui être adapté, bien qu'on puisse néanmoins en faire un instrument tout-à-fait indépendant. L'anémomètre que j'ai installé à l'Observatoire de Paris réunit ces différents systèmes d'appareils, et de plus, un pluviomètre anémométrique qui

Digitized by Google

donne la quantité de pluie amenée par chaque vent. Ayant déjà décrit la partie traçante de l'instrument au sujet de l'anémographe à onze fils, je n'ai plus à m'occuper que des deux systèmes compteurs qui, comme je l'ai dit, doivent fournir la somme des instants pendant lesquels chaque vent a soufflé et la vitesse moyenne de chacun d'eux pendant un laps de temps déterminé.

Le premier système n'a pas d'autre mécanisme transmetteur que celui qui agit sur les électro-aimants portant les crayons. Il est complètement lié aux mouvements de ceux-ci, bien qu'il forme sur l'appareil récepteur un mécanisme indépendant.



Ce mécanisme consiste dans un arbre horizontal sur lequel sont montées huit roues d'angle dont l'écartement représente exactement l'intervalle qui sépare les électro-aimants l'un de l'autre. Cet arbre est placé à l'opposite du cylindre récepteur et parallèlement à lui, c'est-à-dire derrière les électro-aimants; il reçoit son mouvement de rotation de l'horloge par l'inter-

Digitized by Google

médiaire d'une chaîne de Vaucanson, dont les rouages sont tellement disposés et combinés qu'il accomplit un tour sur lui-même toutes les deux heures. Au-dessus de ces roues et s'engrenant avec elles à angle droit, se trouvent huit autres roues d'angle horizontales, d'un diamètre 2 fois plus petit et dont l'axe *creux* pivote sur une platine fixée au bâtis du mécanisme. Ces roues, qui font un tour en une heure, sont toutes constamment engrenées et marchent avec l'horloge.

A une certaine hauteur, au-dessus de chacune de ces roues que nous appellerons roues motrices, est disposée une minuterie de pendule dont le pivot de la roue des minutes traverse l'axe creux de la roue motrice, ainsi que la platine qui la supporte, et vient s'appuyer sur une lame de ressort très flexible.

Cette roue des minutes porte au-dessous d'elle un ressort arqué dont les extrémités sont distantes à peine d'un demi millimètre de la surface horizontale de la roue motrice en temps ordinaire, mais qui viennent appuyer sur elle quand le pivot de la roue des minutes se trouve abaissé sur le ressort qui lui sert de support. Alors la minuterie participe au mouvement de la roue motrice et se trouve engrenée jusqu'à ce que la pression qui a fait abaisser le pivot de la roue des minutes ait cessé.

Un cadran de montre et des aiguilles étant adaptés à chaque minuterie, on comprend que la durée de la pression qui a pour effet son engrènement peut être facilement constatée, et que si ces pressions sont alternatives, leur durée totale ou la somme de leurs durées partielles sera exprimée par le nombre d'heures et de minutes marquées sur le cadran. Pour obtenir la somme totale des persistances du vent dans une même direction, il ne s'agira donc que de faire réagir l'électro-aimant correspondant à cette direction sur celle de ces minuteries qui sera à sa portée.

Digitized by Google

Pour cela, j'ai fait l'armature de ces électro-aimants à bascule, et, en l'un des points(1) du bras de la bascule opposé à celui qui porte le crayon, j'ai articulé une tige métallique à vis de rallonge descendant verticalement. Cette tige a été ensuite articulée à l'extrémité d'un levier basculant, dont le bras libre allait appuyer sur le pivot de l'aiguille des minutes du compteur correspondant. Ainsi disposée, l'armature de l'électro-aimant en s'abaissant soulève la tige articulée, et celle-ci, en soulevant à son tour le levier-bascule, le fait engrener la minuterie. Tant que le courant circule dans l'électro-aimant, l'engrènement subsiste, mais aussitôt qu'il est rompu, la minuterie devient libre.

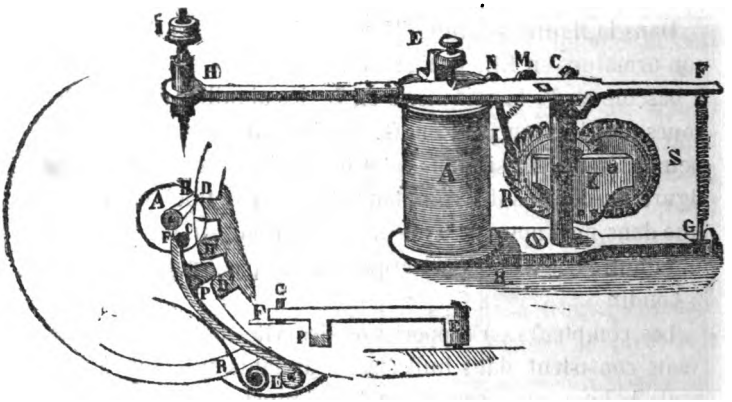
Dans la figure ci-jointe, l'électro-aimant est indiqué en A, son armature en EB, la tige à vis de rallonge en D, le levier à bascule en F, la minuterie en L, les aiguilles en K, et les roues motrices en H et en G. Seulement le système est un peu différent. Ainsi, dans cette figure le levier à bascule est figuré au-dessous du compteur et agit par traction, tandis que dans mon nouveau système, il est au-dessus des cadrans; d'un autre côté, le ressort arqué est remplacé par un ressort à boudin.

Les compteurs en rapport avec les vitesses des différents vents consistent dans huit électro-aimants spéciaux à une seule bobine, qui portent sur leur branche sans bobine une platine en cuivre, sur laquelle sont disposées une roue à rochet de cent dents avec ses crochets d'encliquetage, et une autre roue à dents droites engrenant avec un pignon que porte le rochet. L'armature de ces électro-aimants porte le cliquet d'impulsion de telle manière que, chaque fois qu'elle

(1) Ce point doit être calculé d'après la distance du ressort arqué à la surface de la roue motrice.

Digitized by Google

s'abaisse, elle fait sauter une dent du rochet. Deux flèches de repère sont fixées sur la platine et les divisions sont gravées et numérotées de 10 en 10 sur les roues elles-mêmes. Ainsi disposés, les compteurs sont placés verticalement les uns vis-à-vis des autres au nombre de quatre de chaque côté, et rangés de manière que les ressorts antagonistes des armatures et les vis de rappel pour le réglement de leur écart soient placés sur un bâtis de cuivre commun.

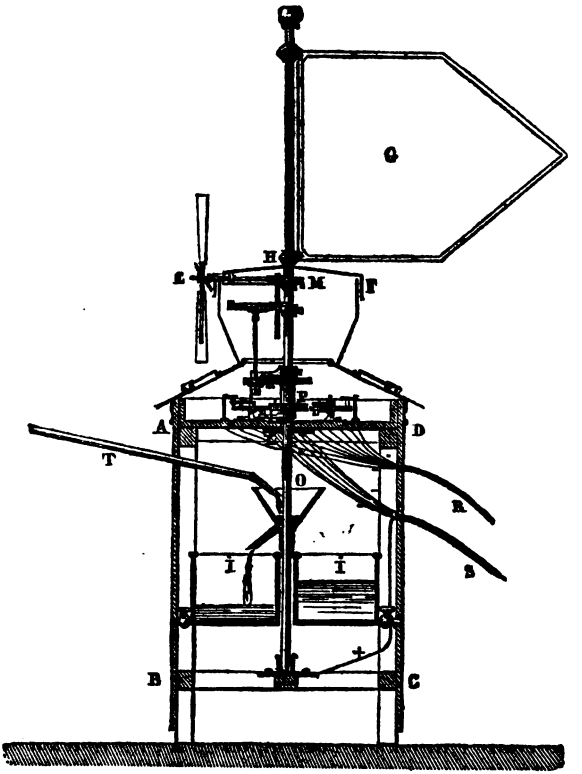


La figure précédente peut donner une idée de ce genre de compteurs, en supposant le crayon supprimé.

Le mécanisme transmetteur en rapport avec ces compteurs est beaucoup plus compliqué. Il est indépendant de celui

Digitized by Google

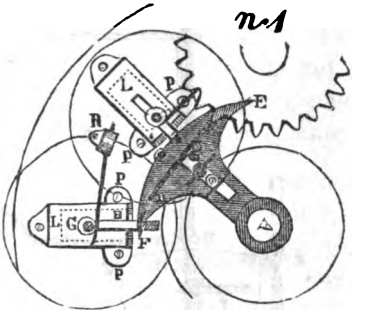
qui fournit les indications de la vitesse sur l'anémographe à onze fils.

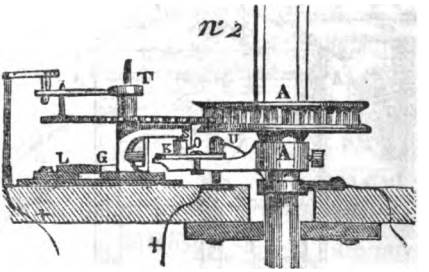


Dans cet appareil, l'axe du moulinet anémomètre commande un système d'engrenages qui a pour but de ralentir considérablement le mouvement communiqué par le moulinet, de le transformer en mouvement horizontal et de le transmettre en dernier lieu à une lanterne à dents coupantes, A, (n° 1 et n° 2) qui laisse passer par son centre l'axe de

Digitized by Google

la girouette en pivotant sur le noyau d'attache d'un petit levier AK, muni d'une excentrique à rebord ECIDF.





Cette excentrique est la pièce importante de cette partie de la machine, car c'est elle qui, suivant l'influence du vent doit faire engrener avec la lanterne A, les roues à dents pointues correspondant à chaque direction azimutale (de 45° de la rose des vents.) A cet effet, le pivot de ces roues, mobile dans une coulisse horizontale, porte un crochet SO, qui, étant rencontré par le rebord de l'excentrique, se trouve entraîné jusqu'à ce que la roue soit engrenée avec la lanterne. Or, comme l'excentrique en question est calculée de manière à laisser subsister l'engrènement tout le temps que

Digitized by Google

le vent oscille dans un angle de 45°, on conçoit qu'un butoir fixé en un point de la surface de chacune de ces roues, pourra entraîner un levier agissant sur un interrupteur qui fermera tous les quatre cents tours du moulinet un circuit voltaïque passant à travers les compteurs, car le rapport du mouvement de ces roues au moulinet est de 1 à 400.

L'interrupteur en question est une des parties les plus délicates de l'appareil. J'en ai fait construire de plusieurs systèmes avant d'en avoir un qui puisse s'accommoder des exigences des roues en mouvement longitudinal et des soubresauts occasionnés par l'impétuosité du vent. Celui qui m'a le mieux réussi, consiste dans une poulie d'ivoire à larges bords, pouvant s'adapter par son centre, à frottement très dur sur le pivot des roues azimutales. L'un des rebords de cette poulie, le rebord supérieur est en métal platiné, l'autre porte dans la gorge même de la poulie un petit appendice de platine, qui est l'extrémité d'un fil du même métal qui traverse, en se repliant, l'épaisseur de l'ivoire, pour sortir par la surface supérieure de la poulie. Sur la gorge de cette poulie frotte une bague de cuivre, et cette bague porte le levier qui doit être rencontré par le butoir de la roue. Enfin à ce levier lui-même sont soudés deux ressorts frotteurs appuyant l'un sur le rebord d'ivoire où est soudé l'appendice de platine, l'autre sur le rebord de métal platiné.

Comme le fil de platine correspond à l'une des branches du courant par un fil très long, très flexible et pouvant se détirer, et comme le rebord métallique est en rapport avec l'autre branche, par l'intermédiaire d'un fil disposé de la même manière, on comprend que ce courant se trouve fermé toutes les fois que le ressort frottant du levier passe sur l'appendice de platine.

Si l'on considère maintenant que les fermetures temporaires du courant sont d'autant plus nombreuses que le vent a

Digitized by Google

persisté plus longtemps dans chaque direction et a été plus fort, on en conclura que, connaissant le nombre de ces fermetures par les compteurs ainsi que la somme totale des instants pendant lesquels le vent a soufflé dans une même direction dans un temps donné, on pourra connaître sa vitesse moyenne pendant ce temps et suivant cette direction.

Pour obtenir avec ce système d'appareil transmetteur les indications relatives aux variations diurnes de l'intensité du vent, lesquelles doivent être inscrites sur le cylindre récepteur, j'ai adapté au support de la roue qui communique le mouvement du moulinet à la lanterne, un ressort de platine isolé sur de l'ivoire et en rapport avec un collier métallique également isolé, fixé sur l'axe de la girouette au-dessous de l'excentrique. Le courant parvient à ce collier par un frotteur et se trouve fermé par le ressort de platine toutes les fois qu'il est rencontré par un butoir rivé sur la petite roue horizontale correspondante. Comme le rapport du mouvement de cette roue au moulinet est de 1 à 150, le courant est fermé tous les 150 tours du moulinet.

Bien que ces données anémométriques soient les plus nécessaires à connaître, il en est encore une dont on ne s'est jamais préoccupé, et qu'il serait pourtant bien important d'étudier, c'est l'inclinaison du vent aux différentes heures de la journée et suivant sa direction. Voici un appareil que je proposerais dans ce but, et qui pourrait parfaitement s'adapter aux précédents. C'est une palette métallique qui serait placée perpendiculairement au plan de la girouette et qui serait mobile autour d'un axe horizontal sur lequel elle serait maintenue en équilibre. Cet axe, toutefois, devrait être isolé métalliquement de la girouette, et la palette elle-même ne devrait la toucher que par un appendice qui servirait de commutateur. Le vent en soufflant dirigerait la palette, suivant son inclinaison ; et l'appendice, en décrivant un arc de cercle,

Digitized by Google

pourrait réagir sur trois plaques conductrices, isolées, correspondant aux trois principaux azimuts de l'inclinaison du vent; car il pourrait établir un courant électrique dans l'une ou l'autre d'entre elles, ou plutôt dans l'un ou l'autre des circuits auxquels appartiendraient ces plaques. Il suffirait donc de trois électro-aimants armés de crayons pour marquer sur le cylindre récepteur les différentes inclinaisons du vent.

Appareil pour les observations astronomiques.—M. Bond a présenté dernièrement à Ipswich les dessins d'un appareil destiné à rendre les observations astronomiques plus faciles et plus rapides. Il se compose essentiellement d'un cylindre recouvert d'une feuille de papier et faisant un tour par minute, en même temps qu'il s'avance le long de son axe. Une petite plume ou un crayon appuie sur le papier, à toutes les ruptures du courant et trace ainsi une série de points rangés en spirale. L'observateur a, sous sa main, le clavier interrupteur. A chaque fois que l'étoile passe derrière un des fils du micromètre de la lunette, il abaisse une touche avec son doigt et imprime un point sur le papier. La position du point fixe la minute et la seconde de l'observation. M. Airy fait en ce moment l'application de cette méthode à l'observatoire de Greenwich.

Digitized by Google

SUR LES

CHRONOSCOPES

ET LES

CHRONOGRAPHES ÉLECTRIQUES,

Par M. Th. du MONCEL.

Dans une foule de circonstances particulières, on est appelé à mesurer un intervalle de temps excessivement court, comme un milliéme de seconde, par exemple. Ainsi, quand on veut constater la promptitude d'inflammation des différentes espèces de poudres, la vitesse des projectiles et de corps qui ne peuvent, comme la lumière, produire par eux-mêmes un effet physique instantané à distance, on est forcé d'employer des mécanismes susceptibles de fournir une mesure de temps quelquefois même plus petite que la fraction

Digitized by Google

de seconde que nous avons indiquée. On comprend alors que la plus grande difficulté à surmonter n'est pas l'appréciation mécanique de ce temps infiniment court, mais le *point de départ et le point d'arrêt* de l'observation, car nos organes sont bien loin d'être assez sensibles pour une pareille appréciation. L'électricité est venue encore merveilleusement à l'aide de la mécanique, pour servir d'organe sensible et doter les corps matériels des propriétés au moyen desquelles la vitesse de la lumière a pu être constatée directement. Ce sont ces instruments auxquels on a donné le nom de chronoscopes et chronographes électriques.

Chronoscope de M. Wheatstone.—M. Wheatstone, dont nous avons si souvent parlé, paraît être encore le premier qui ait eu l'idée de ce genre d'application de l'électricité. Il aurait, dit-il, dans une réclamation adressée à l'Académie des sciences, inventé et construit, dès 1840, un appareil électro-magnétique destiné à mesurer la vitesse initiale des projectiles. Cet appareil, composé d'un mouvement d'horlogerie, portait une aiguille qui marquait, sur un cadran divisé, l'instant où une roue d'échappement, mise en mouvement par un poids, était arrêtée par une ancre. Cette ancre, selon qu'elle était ou non sollicitée par un électro-aimant, arrêtait ou rendait libre la roue d'échappement; la durée du courant était mesurée par l'arc décrit.

M. Wheatstone dit que son appareil pouvait donner un 7,300 ^{ieme} de seconde. Néanmoins il est permis de douter de sa précision pour mesurer un temps si court, attendu que le mouvement de l'aiguille est nécessairement saccadé, et que l'arrêt peut se faire un peu avant ou après le passage d'une dent de l'échappement, sans suivre aucune loi, ce qui empêche de prévoir le sens et la grandeur de l'erreur. Cet appareil ne peut donc servir pour des expériences où une grande exactitude est nécessaire.

Digitized by Google

Chronographe de M. Breguet. — En 1843-44, M. Breguet a construit, pour le capitaine russe Constantinoff, un appareil beaucoup plus parfait, mais tellement compliqué que son usage n'a pu s'étendre.

Cet appareil se composait d'un cylindre en cuivre, tournant autour de son axe, et dont la surface était divisée en millimètres par des génératrices. Sur ce cylindre venaient appuyer deux styles, portés par un chariot mobile sur un chemin parallèle à l'axe. Le chariot portait trois électro-aimants dont 2 maintenaient les styles éloignés du cylindre jusqu'à l'interruption du courant, le troisième maintenait le chariot jusqu'à l'instant du départ. Le chariot était mis en mouvement par un échappement à ancre oscillant entre deux électro-aimants, lequel laissait à chaque oscillation échapper la dent d'une roue autour de l'arbre de laquelle s'enroulait le fil qui tirait le chariot.

Enfin, le mouvement d'horlogerie qui communiquait au cylindre une vitesse uniforme de deux tours par seconde, réagissait sur un commutateur en rapport avec les électro-aimants de l'échappement à ancre du chariot, et faisait avancer celui-ci d'une dent pour chaque demi-tour du cylindre.

Avec cette disposition, chaque millimètre du cylindre représentait, par rapport aux styles fixes, une fraction de seconde dépendant du nombre de millimètres contenus dans la circonférence du cylindre, et de la vitesse de celui-ci.

En admettant donc que chacun des styles fût en connexion avec un circuit spécial, et que ces circuits fûssent en correspondance avec une cible particulière, formant comme un treillis composé d'un seul fil métallique replié sur lui-même, on conçoit que le projectile, en perçant ces cibles et en interrompant par conséquent les deux circuits, pouvait réagir sur les styles en les forçant d'abandonner les électro-aimants qui les mainte-

Digitized by Google

naient à distance du cylindre. Ces styles venaient donc tracer, l'un après l'autre, une ligne sur le cylindre en mouvement, et la différence de position de ces lignes, à l'égard des génératrices servant de point de départ, pouvait fournir la fraction de seconde écoulée entre le percement des deux cibles.

Par un relais additionnel extrêmement simple, M. Breguet était parvenu à n'employer qu'un seul courant pour les différentes cibles. Pour cela, il le faisait passer successivement de l'un à l'autre circuit, au fur et à mesure que chacun se trouvait interrompu. Cette disposition lui fournissait, en outre, le moyen de n'employer que deux styles pour un nombre quelconque de cibles, et c'est à cet effet que le chariot mobile avait dû être installé.

Un interrupteur, ajouté à l'appareil, a permis de constater le degré d'uniformité du mouvement de l'instrument, et de calculer le temps employé par les styles à s'abaisser, temps qu'un grand nombre d'expériences réitérées a fait estimer à douze millièmes de seconde.

Chronoscope de M. Pouillet. — En 1844, M. Pouillet construisit un appareil basé sur la déviation de l'aiguille d'un galvanomètre, produite par la durée des courants. L'aiguille déviant non-seulement en raison de l'intensité, mais encore de la durée des courants, il faut non-seulement graduer l'appareil avant d'en faire usage, mais encore obtenir une intensité de courant constante dans les expériences, opérations délicates et sur l'exactitude desquelles on ne peut guère compter malgré le secours d'hommes très expérimentés.

Quoiqu'il en soit, voici comment M. Pouillet met en jeu son chronoscope :

Les 2 extrémités d'un circuit dans lequel se trouvent le galvanomètre et un élément de Daniell, viennent s'adapter, l'une à la capsule et l'autre au chien d'un fusil, dont la batterie est bien isolée du canon; une portion du fil passe devant le bout

Digitized by Google

du canon de manière à être coupée par la balle à l'instant où elle sort, voilà tout l'appareil. Lorsqu'on tire, le courant passe donc pendant tout le temps qui s'écoule depuis l'instant où le chien frappe la capsule, jusqu'à l'instant où la balle coupe le fil. Les déviations produites sur le galvanomètre montrent alors que la vitesse de la balle, pour franchir la longueur du canon d'un fusil ordinaire est, pour une charge ordinaire, de un 140e à un 150e de seconde.

En variant les charges, en prenant des poudres de diverses qualités et des armes différentes, à canons ordinaires ou rayés, on peut aisément déterminer, dans tous les cas, le temps dont il s'agit.

Pour appliquer le même principe à la recherche des vitesses d'un projectile aux différents points de sa trajectoire, il suffit de disposer sur sa route un système de fils de soie, et, plus loin, un système de fils conducteurs, de telle sorte qu'en rompant le fil de soie, le projectile établisse la communication électrique, et qu'en rompant le fil conducteur il la supprime. La déviation observée donnera le temps du passage, seulement il faudra tenir compte du temps nécessaire au débandement du ressort qui doit établir la communication là où le fil de soie est coupé.

Chronoscope à pointage de M. Martin de Brettes. — Quand il ne s'agit que d'apprécier des instants très courts, à un dixième ou à un vingtième de seconde près, on peut se servir d'un chronoscope beaucoup plus simple, qu'indique M. Martin de Brettes. Il consiste principalement dans un compteur à pointage ou chronomètre, disposé de manière que la pression exercée sur un bouton extérieur se transmet instantanément à l'aiguille qui marque alors un point noir sur le cadran au moyen de l'encre dont elle doit être imprégnée. De cette manière, l'instant précis de la pression exercée sur

Digitized by Google

le bouton est pointée sur le cadran. (1)

En supposant donc qu'un semblable compteur soit fixé sur une planchette, et qu'à portée du bouton soit disposée une armature de fer doux, maintenue dans une position déterminée par deux ressorts antagonistes, on comprendra qu'un électro-aimant, placé convenablement, pourra attirer cette armature au moment où le circuit sera fermé, mais que cette armature en se détachant au moment de l'interruption du courant, pourra, en raison de l'élasticité des ressorts, donner un coup sur le bouton et l'abandonner ensuite.

Si donc l'électro-aimant en question est en rapport avec deux circuits différents disposés en *relais*, c'est-à-dire de telle manière que la rupture de l'un entraîne la fermeture de l'autre, il en résultera que deux coups seront frappés successivement sur le bouton au moment où les cibles, en rapport avec ces circuits, seront percées. L'intervalle des deux pointages donnera donc la fraction de seconde écoulée entre les deux ruptures des circuits. On conçoit, d'ailleurs, que d'autres dérivations faites avec le fil de l'électro-aimant, pourraient relier à l'appareil un plus grand nombre de cibles.

Quant au mécanisme du relais en lui-même, il peut être plus ou moins compliqué, mais le plus simple est l'interposition, dans le circuit qui commande, d'un électro-aimant dont l'armature est en rapport avec l'une des branches du second courant, et dont le butoir d'arrêt est en rapport avec l'autre branche. Tant que le courant subsiste dans le premier circuit, l'armature est éloignée du butoir, et, par conséquent le courant n'est pas fermé dans le second circuit; mais, aussitôt que l'armature se détache, le contact a lieu, et ce second circuit se trouve fermé.

(1) M. Breguet a exécuté des chronomètres de cette sorte, qui permettent d'apprécier un dixième et même un vingtième de seconde.

Digitized by Google

Chronoscope de M. Siemens. — M. Siemens dans un aperçu historique des nouveaux procédés servant à mesurer des espaces de temps fort courts, tels que ceux qui séparent les positions d'un projectile dans les différents points de sa trajectoire, réclame, au nom d'une Commission royale d'officiers d'artillerie prussiens, la priorité de la conception et de l'exécution de l'idée d'employer, dans ce but, les effets électro-magnétiques d'un courant voltaïque. Quoiqu'il en soit de ces prétentions, voici comment M. Siemens a proposé de résoudre la question.

Quand une surface polie est soumise à l'étincelle électrique, on trouve que chaque étincelle y laisse une trace extrêmement déliée, mais très distincte, en forme d'une petite tache dont la couleur et la nature varient suivant la nature des métaux que l'on emploie. Une plaque d'acier, par exemple, est ce qu'il y a de mieux pour s'assurer de ce phénomène. Maintenant, qu'on imagine un cylindre d'acier poli, à pourtour divisé, tournant sur son axe avec une vitesse appropriée, et une pointe métallique établie à une distance fort courte vis-à-vis de ce cylindre, dont la marche sera d'ailleurs réglée à l'aide d'un pendule conique. La pointe et le cylindre feront partie des circuits de deux batteries de Leyde qui se trouveront interrompus aux deux points de la course du projectile entre lesquels il s'agit de mesurer la vitesse. Le projectile, en traversant la première station, complète le circuit de la première batterie; une étincelle jaillit entre la pointe et le cylindre d'acier et y laisse sa marque. Le cylindre continue de tourner, et le boulet, en complétant le second circuit, donne lieu à une seconde marque dont la distance à la première, évaluée en degrés de la circonférence, sert, comme dans les autres appareils de ce genre, à déterminer le temps qui s'est écoulé entre deux étincelles.

Voici, au reste, le dispositif à l'aide duquel le boulet

Digitized by Google

complète le circuit. Un certain nombre de fils métalliques, régulièrement espacés entre eux et isolés l'un de l'autre, sont tendus sur un cadre, et ces fils communiquent alternativement avec les deux extrémités du circuit de la batterie, de sorte que le premier, le troisième, le cinquième, etc., sont en rapport avec l'une d'elles, tandis que l'autre va rejoindre tous les fils de nombre pair. Le boulet, en traversant le cadre, est censé fermer le circuit en établissant une communication métallique entre deux fils quelconques.

La supériorité de ce chronoscope sur les autres est incontestable et on le comprendra si l'on examine que la durée de l'étincelle électrique peut être regardée comme instantanée, et n'est pas soumise aux caprices de l'action mécanique déterminée par l'action magnétisante, laquelle peut non-seulement faire varier les conditions de l'expérience, mais entraîne encore une perte de temps appréciable : perte par l'action du courant sur le magnétisme du fer, et perte par la chute du corps.

Chronographe électro-chimique. — Si le chronographe précédent l'emporte sur les autres par la suppression de l'action mécanique qui est la conséquence inséparable des moyens électro-magnétiques, il a le désavantage d'être difficilement applicable à des circuits un peu longs et de nécessiter un isolement beaucoup plus parfait des fils conducteurs. On pourrait, ce me semble, réunir les avantages du chronographe de M. Siemens à ceux des autres chronographes, en employant le procédé électro-chimique que M. Bain a appliqué à son télégraphe, c'est-à-dire en enveloppant le cylindre compteur d'une feuille de papier recouverte de cyanure de potassium blanchi à l'acide hydrochlorique. Des styles en fer communiquant au fil positif de la pile et appuyant constamment sur la feuille, indiqueraient, par les traces bleues qui seraient tracées, l'instant précis des fermetures des cou-

Digitized by Google

rants, sans qu'aucun retard fût occasionné par la chute des style.

Chronoscope de MM. Breton. — Ce chronoscope, très simple d'ailleurs dans sa disposition et son principe, a été appliqué à la vérification de la loi de la chute des corps et peut remplacer avantageusement la machine d'Atwood. Le corps pesant qui sera une bille d'ivoire, par exemple, sera placé à la partie supérieure d'une colonne d'acajou, au-dessus d'une espèce de trappe. Cette trappe peut être abaissée au moyen d'un cordon, mais elle est disposée de manière qu'un circuit voltaïque, qui passe au travers, se trouve interrompu précisément au moment où elle est abaissée. Ce circuit correspond à un électro-aimant dont l'armature, en se détachant, peut engrener un compteur susceptible d'enregistrer un millième de seconde.

Au-dessous de la trappe, et fixé sur une plate-forme à coulisse mobile, le long d'une règle graduée, se trouve une espèce de petit bassin dans lequel doit tomber la boule d'ivoire. Mais comme ce petit bassin est monté sur un ressort flexible mis en connexion avec le courant, et comme ce ressort étant abaissé en rencontre un autre qui complète le circuit, il arrive que le choc occasionné par la chute du corps réagit en même temps sur l'électro-aimant du compteur et le désengrène; le compteur n'aura donc marché que depuis le moment où la trappe a été soulevée jusqu'au moment où le corps en tombant a touché la bassine. Or, ce temps peut être estimé en millièmes de seconde au moyen du compteur.

En plaçant la plate-forme du bassin à différentes hauteurs, le long de la règle graduée, il devient facile de constater les lois de la chute des corps.

Chronoscope de M. Hipp. — L'idée de l'application du chronoscope à la vérification des lois de la chute des corps n'appartient pas exclusivement à MM. Breton, frères. Le

Digitized by Google

chronoscope de M. Wheatstone, perfectionné par M. Hipp, avait été établi dans ce but et pouvait en même temps servir pour d'autres expériences. Le mécanisme de cet instrument était du reste presqu'identique avec celui que nous venons de décrire et était d'une sensibilité prodigieuse.

Loch électrique de M. Bain. — Cet instrument, pas plus que mon chronographe électrique, dont je vais donner la description, n'a pour but de mesurer des espaces de temps très courts; mais, comme ces appareils sont appelés à constater des vitesses et que l'appréciation des vitesses est principalement le but des chronographes, j'ai rapproché à dessein de ces instruments ceux dont nous allons parler.

Le loch électrique, imaginé en 1845 par M. Bain, était destiné à mesurer d'une manière continue la vitesse des navires; l'inventeur avait envoyé à l'Académie des sciences une note sur cet instrument, mais elle n'a pas été publiée; je ne puis donc en faire la description.

Chronographe de M. Th. du Moncel. — Il est souvent essentiel, particulièrement sur les chemins de fer, de connaître la vitesse exacte dont peut être animé un train quelconque, pour apprécier les différentes variations de cette vitesse. Or, voici dans ce but un instrument excessivement simple qui pourrait être placé sur chaque convoi de chemin de fer et même dans chaque compartiment de diligence (1).

Qu'on suppose, fixé sur le moyeu d'une roue d'un de ces véhicules, un appendice métallique en rapport avec l'un des pôles d'une pile, et qu'à portée de cet appendice, se trouve placé un ressort fixe en rapport avec l'autre pôle de la pile,

(1) Cet appareil doit être en rapport avec l'une des roues des wagons et non avec les roues motrices de la locomotive; car la développée de ces dernières est toujours plus grande que le chemin parcouru. C'est ce qui rend l'intervention de l'électricité nécessaire dans ce genre d'appareils.

Digitized by Google

on comprendra déjà que chaque tour de la roue pourra être indiqué par une fermeture du courant; or, la circonférence de la roue étant une longueur connue, on peut facilement savoir combien de tours doivent être accomplis pour parcourir l'intervalle d'un kilomètre. Un compteur qui sera donc interposé dans le courant et dont les engrenages seront tels, que l'aiguille de la dernière roue décrira un arc d'un ou de deux degrés par kilomètre, donnera donc la somme des kilomètres parcourus dans le voyage, et il suffira de constater le temps que l'aiguille met à parcourir un degré ou une quelconque des subdivisions de ce degré, pour connaître les différentes vitesses du train.

Comme il importe souvent que ces diverses indications soient faites fréquemment, j'ai pensé à les faire enregistrer par l'instrument lui-même, de kilomètre en kilomètre, et voici comment je m'y suis pris :

Un courant est établi entre la dernière roue du compteur (celle qui porte l'aiguille) et celle qui la commande; mais ce courant n'est fermé que quand le doigt, fixé à l'axe de cette dernière, rencontre la dent qui doit échapper; par conséquent, les deux roues doivent être isolées métalliquement l'une de l'autre. Dans le circuit de ce courant dérivé, se trouve interposé un électro-aimant muni d'une armature à charnière, dont l'extrémité oscillante porte un crayon à ressort. Une bande de papier, suffisamment longue, enroulée sur deux cylindres, dont l'un est mû par une horloge, circule entre le crayon de l'armature et le pôle correspondant de l'électro-aimant, de telle sorte, qu'en douze heures, il passe devant la pointe de ce crayon, une longueur de la bande égale à la circonférence du cylindre moteur.

On comprend, d'après cette disposition, que chaque kilomètre étant marqué par une fermeture du courant, l'électro-aimant indicateur s'abaissera et laissera sur la bande

Digitized by Google

de papier des points dont la plus ou moins grande proximité indiquera les différentes variations de vitesse.

Comme les différentes roues du compteur peuvent avoir un cadran séparé, on pourrait faire en sorte que l'un d'eux indiquât, en kilomètres à l'heure, les différentes vitesses de la voiture; il suffirait pour cela d'adapter à la première roue à rochet du compteur une roue à dents droites, engrenant avec un pignon qui porterait la roue indicatrice. Ce pignon serait calculé de manière qu'un tour, accompli par lui, correspondrait à la plus grande vitesse qu'on serait appelé à apprécier, c'est-à-dire environ quatre-vingts kilomètres à l'heure. Le cadran serait donc divisé en quatre-vingts degrés marqués de dix en dix. Enfin, un ressort à spiral monté sur l'axe de l'aiguille, comme pour les balanciers de montre, pourrait rappeler toujours l'aiguille au numéro zéro du cadran, quand une détente qui la maintiendrait dans une position fixe, se trouverait dégagée. Or, comme cette détente serait combinée de telle manière avec le mécanisme de l'horloge qu'elle se trouverait enlevée en dix secondes, on comprend qu'en ces instants là, la vitesse pourrait être facilement indiquée par l'aiguille.

Pour régler le cadran, il suffirait de connaître simplement le diamètre de la roue du véhicule qui agit sur le compteur. En effet, en supposant que cette roue ait deux mètres cinquante centimètres de circonférence, on saurait que quatre cents tours ou quatre cents fermetures du courant doivent être accomplis dans un kilomètre; par conséquent, si la roue à rochet du compteur avait cent dents, elle devrait faire quatre tours par kilomètre ou un tour par quart de kilomètre. Or, la plus grande vitesse à constater étant un kilomètre en quarante-cinq secondes, ou un tour de la roue à rochet en onze secondes vingt-cinq centièmes, il suffirait que le pignon de l'aiguille indicatrice présentât à peu près le

Digitized by Google

même rapport de mouvement pour obtenir le champ des indications voulues sur le cadran, car le tour entier du cadran, accompli par l'aiguille en dix secondes, c'est-à-dire pendant l'intervalle des indications chronométriques, correspondrait à la plus grande vitesse qu'on veuille constater. Divisant donc cette circonférence du cadran en quatre-vingts parties égales ou degrés, le premier degré représentera une vitesse quatre-vingts fois moins grande, c'est-à-dire d'un kilomètre à l'heure; le deuxième degré, une vitesse de deux kilomètres à l'heure, et ainsi de suite.

Il ne s'agira donc que de voir le degré du cadran où s'arrêtera l'aiguille au moment où sa détente sera lâchée, pour connaître la vitesse du train pendant les dix secondes écoulées.

Loch électrique de M. Th. du Moncel. — Si on remplace dans le chronographe précédent le système de l'interrupteur du courant par un moulinet à hélice, tel que ceux dont on se sert pour connaître la vitesse des cours d'eau, on comprendra qu'en faisant plonger un pareil instrument à une certaine profondeur dans la mer, et en lui faisant suivre un navire, un mécanisme assez simple pourra transmettre, par deux fils recouverts de gutta-percha, les différents tours accomplis par l'hélice, lesquels tours seront d'autant plus nombreux que la vitesse du navire sera plus grande. Or cette transmission pourra se faire sur l'appareil récepteur de l'instrument précédent qui sera placé dans la chambre du capitaine du navire. Tel est le principe du loch électrique en question. Mais pour que cet appareil puisse fonctionner d'une manière régulière, plusieurs détails de construction sont essentiels, et, en conséquence, il ne sera pas inutile de faire ici la description de celui que j'ai fait construire. J'ignore s'il ressemble à celui de M. Bain; mais ce qui est certain, c'est qu'il repose sur le principe de mon anémographe électrique construit depuis deux ans.

Digitized by Google

Appareil transmetteur. — Le moulinet de Woltman, pour la mesure de la vitesse des cours d'eau, consiste dans un moulinet semblable à celui que j'ai figuré dans l'appareil transmetteur de l'anémographe à 11 fils; seulement, au lieu de 4 ailes il n'en a que deux, et ces ailes ont leur surface repliée en parties d'hélice comme celles des bateaux à vapeur à hélice. Le mécanisme transmetteur est renfermé dans une boîte de cuivre fixée sur le support de l'axe du moulinet, et ne présente qu'une petite ouverture en forme de rainure à travers laquelle passe le levier de l'interrupteur. Pour que l'eau ne pénètre pas par cette ouverture, la boîte entière est recouverte d'une chemise en gutta-percha, qui se trouve soudée sur le levier de manière à le laisser libre dans ses mouvements. Ce levier est articulé à bascule au fond de la boîte, et se trouve maintenu dans une position fixe par un butoir et un ressort antagoniste. Le bras le plus court de ce levier est muni d'une cheville de platine qui doit rencontrer au fond de la boîte un ressort également en platine fixé au-dessous de lui sur une lame d'ivoire. Cette lame porte une grosse cheville, en ivoire, qui perce la boîte, et c'est par l'intérieur de cette cheville que passe le fil conducteur qui amène le courant au ressort de platine fixé sur elle. Si le cuivre de la boîte est en communication avec le second conducteur du courant, on comprend que chaque fois que le levier à bascule vient appuyer sur la lame de platine qui est au-dessous de lui, le courant se trouve fermé, et, par conséquent, peut réagir par l'intermédiaire des fils couverts de gutta-percha, sur le compteur de l'appareil.

Pour mettre en rapport cet interrupteur avec le moulinet à hélice, j'ai adapté à la première roue, celle qui fait un tour pour 50 de l'hélice, un butoir métallique à portée duquel j'ai placé le levier basculant de l'interrupteur. Il arrive alors que chaque cinquantaine de tours accomplis par le moulinet

Digitized by Google

est accusée par une fermeture du courant, et par conséquent par une marque sur le compteur.

La question la plus délicate était de disposer le moulinet ainsi établi, de manière à ne pas être troublé par les clapots des vagues. Pour cela, je l'ai fixé avec sa palette de direction (sa girouette pour ainsi dire) à l'extrémité d'une barre rigide de fer, d'environ 5 mètres. Cette barre plongée en mer était soutenue par un flotteur, et ce flotteur était relié à l'arrière du navire par un cable assez fort. Les fils recouverts de gutta-percha étaient eux-mêmes liés autour de ce cable et n'atteignaient leur destination qu'après s'être enroulés sur un manchon de bois fixé sur la barre rigide au-dessus de l'appareil. A la profondeur de 5 mètres, il est rare que le mouvement des vagues dans le sens horizontal se fasse considérablement sentir, et le mouvement dans le sens vertical, se trouve compensé de lui-même par les oscillations du flotteur.

Appareil récepteur. — L'appareil récepteur de cet instrument pourrait consister, comme je l'ai déjà dit, dans celui du chronographe, précédent. Mais comme cet appareil est très compliqué, et qu'il est plus nécessaire en mer de connaître le nombre de kilomètres parcourus que de suivre les variations de vitesse, je l'ai fait consister simplement dans un compteur semblable à celui dont j'ai parlé au sujet de l'enregistrement des vitesses moyennes de chaque vent dans mon anémographe à compteurs. La seule différence, c'est que ce sont des aiguilles qui indiquent sur deux cadrans le nombre des fermetures du courant, ou plutôt les différentes séries de ces fermetures, dont chacune correspond à un kilomètre. Cette graduation est très facile à établir puisqu'il suffit pour cela de faire plusieurs expériences pour savoir combien de tours de moulinet correspondent à une distance connue.

Digitized by Google

SUR LES

MONITEURS ÉLECTRIQUES,

Par M. Th. du MONCEL.

Les accidents qui peuvent se présenter sur les chemins de fer, sont de plusieurs genres, mais ceux qui se reproduisent le plus communément, proviennent du retard de certains trains, de l'avance de certains autres, et de la rupture des chaînes qui relient les wagons les uns aux autres. Je ne parle pas du déraillement, car c'est un genre d'accident auquel il est malheureusement difficile d'apporter un remède complètement efficace. Pour les autres, l'électricité a pu encore fournir un secours très précieux, et, au moyen de certains appareils dont nous allons parler, on a pu non-seulement prévenir aux différentes stations et leur demander les secours nécessaires en cas d'accident, mais encore les avertir continuellement des points de la ligne où se trouve chaque convoi. Enfin, on a fait en sorte qu'une partie du train se détachant, le chauffeur de la machine en fût immédiatement averti. Ce sont ces instruments auxquels on a donné le nom de *moniteurs électriques*.

Moniteur électrique de M. Breguet. — Cet appareil a été

Digitized by Google

installé pour la première fois, en 1847, sur le chemin de fer de Saint-Germain; il se compose principalement d'un chronographe à pointage, analogue à celui que nous avons déjà décrit précédemment, mais combiné de manière que les différentes indications puissent être constatées d'une station à l'autre, en admettant dans tout le parcours un minimum de vitesse pour un tour du cadran.

De kilomètre en kilomètre, une dérivation du circuit électrique qui parcourt le fil de la ligne télégraphique aboutit à une plaque à charnière, montée au-dessus des rails, et cette plaque étant abaissée lors du passage du convoi, ferme le circuit avec la terre. Ce circuit réagit alors sur un électro-aimant qui fait imprimer à l'aiguille du chronographe une marque indiquant en quel moment le convoi a passé devant tel ou tel poteau kilométrique. On conçoit, d'ailleurs, qu'un mécanisme fort simple peut faire en sorte que toutes ces marques soient recueillies sur une ligne en spirale, et, par conséquent, pendant un temps plus ou moins long.

En comptant donc le nombre de ces marques et comparant la fraction de l'intervalle en plus aux divisions dans lesquelles le chronographe a été gradué, on peut connaître les différents points de la ligne où se trouve le convoi, à quelques mètres près.

Le chronographe que j'ai indiqué à la fin du chapitre précédent peut, comme on le comprend aisément, être employé dans le même but.

Tel qu'il vient d'être décrit, cet instrument peut parfaitement donner les indications relatives à un seul train; mais il arrive souvent que les trains se succèdent à une distance plus rapprochée que celle qui sépare deux stations consécutives, ou bien qu'ils se croisent. Dans ce dernier cas, comme la voie est différente, il suffit d'un double appareil et d'une double dérivation du courant. Dans le premier, un mécanisme

Digitized by Google

additionnel devient indispensable, et, bien que M. Breguet ne l'ait pas exécuté, il pourrait, ce me semble, consister simplement dans un relais qui, après le passage du premier convoi, vis-à-vis chaque poteau kilométrique, renverrait le courant d'un chronographe dans un autre, ou plutôt d'un premier cadran du chronographe dans un second, puis dans un troisième, suivant la distance des différentes stations. Chaque cadran correspondrait à un train et on pourrait ainsi suivre le mouvement de ces trains dans tout leur parcours.

Moniteur électrique de M. Herman.—Ce genre de moniteur électrique, qui est plutôt une application des instruments connus qu'un appareil spécial, avait été imaginé et même essayé par M. Breguet, il y a quelques années; mais, comme M. Breguet n'est pas administrateur des chemins de fer, ses expériences sont restées sans application, et dernièrement l'ingénieur en chef du chemin de fer d'Orléans a trouvé plus commode de les faire refaire en son nom. Quoiqu'il en soit, voici le procédé qu'on a adopté au chemin de fer d'Orléans.

Tous les conducteurs d'un train sont mis en communication avec le conducteur-chef et le mécanicien, au moyen d'un courant électrique continu qu'ils peuvent interrompre à volonté et dont l'interruption, qu'elle soit déterminée par eux ou qu'elle provienne de causes accidentelles, met en mouvement une forte sonnerie placée en tête du train.

On conçoit l'importance de cette précaution lorsque la longueur des trains, comme il arrive souvent, est supérieure à quatre cents mètres, lorsque le voyage s'effectue au milieu des ombres épaisses de la nuit, et que le bruit de la locomotive et de ces nombreuses voitures, fendant l'air avec la rapidité de la foudre, accoutume l'ouïe à un tumulte confus qui empêche la perception des sons les plus indicateurs.

Quant aux moyens d'application eux-mêmes, qu'on suppose deux fils métalliques enduits de gutta-percha et fixés

Digitized by Google

parallèlement au-dessus de chaque wagon ; à leur extrémité pendent des chaînettes confondues, ou plutôt en communication métallique avec les chaînes de sûreté, au moyen desquelles chaque wagon se rattache à celui qui le précède et à celui qui le suit. En tête, c'est-à-dire sur la machine locomotive elle-même, est une pile à laquelle viennent se rattacher les deux fils, et derrière le dernier wagon qu'on doit toujours conserver, alors même que l'on diminue ou que l'on augmente le nombre de voitures intermédiaires, ces deux fils se réunissent encore de manière à fermer le circuit déterminé par leur communication avec la pile.

Pendant la marche du convoi, le courant circule et la sonnerie se tait, parce que celle-ci est dans un circuit spécial qui ne peut être fermé que quand un *relais*, interposé dans ce circuit, se trouve dégagé de l'action magnétique produite par le courant passant à travers les wagons. A la moindre rupture de ce courant, au moindre accident, si l'arrière-train est en retard, si une chaîne se rompt, la sonnerie entre en mouvement et le mécanicien est prévenu.

De plus, comme le courant est continu, les conducteurs peuvent, à l'aide d'un interrupteur placé sur chaque wagon, commander l'arrêt du train ou entrer en rapport avec le mécanicien, à l'aide de certains signes conventionnels auditifs qui peuvent être facilement exécutés au moyen de la sonnerie électrique de M. Jules Mirand.

Télégraphe portatif de M. Breguet. — Lorsqu'un accident est arrivé, qu'une fuite de vapeur s'est déclarée dans la machine, ou que la force lui manque chemin faisant, la chose la plus pressée à faire est de prévenir aux différentes stations, de leur demander ce dont on a besoin pour réparer l'accident, remettre le train en route et avertir les autres trains. M. Breguet a résolu complétement le problème dans son télégraphe portatif.

Digitized by Google

Ce télégraphe n'est autre que celui dont nous avons parlé comme étant spécialement affecté au service des chemins de fer; seulement, il est disposé de manière à être contenu avec sa pile de dix-huit éléments de Daniell, dans une boîte de quarante-sept centimètres de long, trente-sept de haut et vingt-sept de large, pesant vingt-trois kilogrammes. Des boutons portant des indications *terre*, — *ligne*, sont destinés à être reliés par des fils conducteurs, avec la terre d'une part, et de l'autre avec le fil de la ligne.

Quand un accident est arrivé, il suffit donc d'établir ces communications pour prévenir à la fois aux deux stations voisines; car le courant, en se bifurquant en son point d'attache avec la ligne, peut agir à la fois sur les appareils de ces deux stations. La question la plus difficile à résoudre était d'établir, d'une matière sûre, la communication avec la terre. Or, l'expérience a démontré à M. Breguet qu'il suffisait pour cela d'enfoncer dans l'intervalle de séparation des divers tronçons de rails qui composent la ligne, un petit coin en fer, auquel est soudé l'un des fils du télégraphe.

Moniteur électrique pour la vitesse. — Au moyen d'un appareil fort simple, on pourrait éviter les inconvénients qui résultent quelquefois de l'inégalité de vitesse du train. Il suffirait d'adapter au mécanisme à force centrifuge de M. Breguet, appareil qui n'est autre que celui dont on se sert dans les cours de physique pour démontrer l'aplatissement de la terre vers les pôles, deux index métalliques mobiles sur une règle graduée et en connexion avec un courant passant par une sonnerie. On limiterait la position de ces deux index, suivant la vitesse moyenne dont le train devrait être animé, et leur écart représenterait un maximum et un minimum qui ne pourraient être franchis sans altérer sensiblement la vitesse moyenne qu'on s'est proposée. Les cercles d'acier mis en mouvement de rotation par un engrenage en

Digitized by Google

rapport avec le mouvement de la machine ou de l'un des wagons pousseraient en s'affaissant ou en se détendant, un butoir qui fermerait le courant, soit avec l'index de la vitesse maxima, soit avec l'index de la vitesse minima, suivant l'accélération ou le ralentissement trop considérable de la vitesse du train, et la sonnerie préviendrait le chauffeur.

Digitized by Google

APPLICATION

DE L'ÉLECTRICITÉ

AUX

INSTRUMENTS DE MUSIQUE,

Par M. Th. du MONCEL.

La faculté que possède l'électricité de mettre en mouvement des lames métalliques et de les faire vibrer, a pu être utilisée à la production de sons distincts, susceptibles d'être combinés et harmonisés: mais, en outre de cette application toute physique, l'électro-magnétisme a pu venir en auxiliaire à certains instruments, tels que pianos, orgues, etc., pour leur donner la facilité d'être joués à distance. Ainsi, jusque dans les arts en apparence les moins susceptibles de recevoir de l'électricité quelqu'application, cet élément si extraordinaire a pu être d'un secours utile.

Appareil vibratoire de M. Froment. — Nous avons déjà parlé de l'interrupteur de de la Rive. C'est, comme on le sait, une lame de fer soudée à un ressort d'acier et maintenue dans une position fixe, vis-à-vis un électro-aimant, par un autre

Digitized by Google

ressort ou un butoir métallique en connexion avec l'une des branches du courant. Comme l'autre branche, après avoir passé dans le fil de l'électro-aimant, aboutit à la lame de fer elle-même, l'électro-aimant n'est actif qu'au moment où cette lame touche le butoir ou le ressort d'arrêt, mais, aussitôt qu'elle l'abandonne, l'aimantation cesse et la lame de fer revient en son point d'arrêt pour l'abandonner ensuite. Il se détermine donc une vibration d'autant plus rapide que la longueur de lame vibrante est plus courte ou que la force est plus grande par suite du rapprochement de la lame de l'électro-aimant.

Pour rendre les sons de plus en plus aigus, il ne s'agit donc que d'employer l'un ou l'autre de ces deux moyens. Le plus simple est d'avoir une vis que l'on serre ou que l'on déserre à volonté et qui, par cela même, éloigne plus ou moins la lame vibrante de l'électro-aimant. Tel est l'appareil de M. Froment, appareil au moyen duquel il a obtenu des sons d'une acuité extraordinaire, bien qu'étant fort doux à l'oreille.

M. Froment n'a pas fait de cet appareil un instrument de musique, mais on conçoit que rien ne serait plus facile que d'en constituer un ; il ne s'agirait pour cela que de faire agir les touches d'un clavier sur des leviers métalliques, dont la longueur des bras serait en rapport avec le rapprochement de la lame, nécessité pour la vibration des différentes notes. Ces différents leviers, en appuyant sur la lame, joueraient le rôle du butoir d'arrêt, mais ce butoir varierait de position suivant la touche.

Si le courant de la pile était constant, un pareil instrument aurait certainement beaucoup d'avantages sur tous les instruments à anches dont on se sert, en ce sens qu'on aurait une vibration aussi prolongée qu'on le voudrait pour chaque note et que les sons seraient beaucoup plus veloutés; malheureu-

Digitized by Google

sement l'inégalité d'action de la pile en rend l'usage bien difficile. Aussi, ne s'est-on guère servi de ce genre d'appareils que comme régulateur auditif pour l'intensité des piles, régulateurs infiniment plus commodes que les rhéomètres, puisqu'ils peuvent faire apprécier les différentes variations d'une pile pendant une expérience, sans qu'on soit obligé d'en détourner son attention.

Pianos et orgues électro-magnétiques. — Si l'électro-magnétisme est employé comme intermédiaire entre le clavier et la partie de l'appareil qui doit produire les sons, on comprend que le problème du jeu de ces instruments à distance devient facile à résoudre; il suffit, pour cela, de faire agir sur les marteaux du piano ou sur les soupapes des tuyaux de l'orgue, des électro-aimants susceptibles de reproduire la pression exercée par le doigt. Le clavier transmetteur n'agit alors que comme interrupteur du courant. Il va sans dire qu'il faut autant de fils que de notes, mais comme tous ces fils peuvent être réunis et ne former qu'un câble, ils sont peu embarrassants. M. Froment a construit plusieurs instruments de cette nature, et même un piano à timbres, dans lequel les sons sont produits par des coups secs, frappés sur des timbres de différents diapasons.

On conçoit, d'ailleurs, qu'avec ce système, plusieurs instruments peuvent être joués à la fois par le même artiste; il ne s'agit pour cela, que d'établir autant de dérivations du courant qu'il y a d'instruments à faire mouvoir.

Pianos électriques à enregistrement des improvisations. — On a construit, il y a quelques années, des pianos au moyen desquels un improvisateur pouvait enregistrer un morceau en même temps qu'il le jouait; mais le mécanisme en était assez compliqué et susceptible de dérangement. En ayant recours à l'électro-magnétisme, on peut résoudre le problème d'une manière beaucoup plus simple et sans rien

Digitized by Google

changer au mécanisme des pianos ordinaires, car l'appareil enregistreur peut être tout-à-fait indépendant et placé en tel endroit qu'il convient.

Qu'on imagine, fixé sur une table et mû par un mouvement d'horlogerie, un cylindre d'environ vingt centimètres de diamètre, analogue à celui de l'anémographe électrique dont nous avons parlé. A portée de ce cylindre, et suivant une ligne droite parallèle à son axe, seront rangées des aiguilles d'acier ou de fer en nombre égal à celui des notes du clavier, mais dont la pointe appuiera sur une bande de papier, recouverte de cyanure de potassium, qui pourra s'enrouler sur le cylindre en même temps qu'elle se déroulera de dessus un autre cylindre où elle sera en quelque sorte en provision. On comprendra que si le mouvement de l'horlogerie est assez prompt et réglé d'après un métronome, le déroulement de la feuille sera progressif et uniforme; par conséquent, deux ou plusieurs des aiguilles venant à recevoir successivement l'impression du courant pendant des intervalles de temps égaux, leurs traces bleues seront également longues et également espacées. Au contraire, si les temps sont inégaux, le rapport de leur longueur et des intervalles qui les séparent, pourra servir à en faire apprécier la valeur.

Cela posé, admettons que les leviers des touches du piano soient garnis de petites lames de cuivre en rapport avec l'une des branches d'un circuit voltaïque, et puissent rencontrer des ressorts également métalliques en rapport avec l'autre branche du courant; il sera facile de concevoir qu'en faisant entrer les aiguilles de fer ou d'acier de l'appareil enregistreur dans les différents circuits de ces lames, on déterminera, pour chaque touche que l'on abaissera, une fermeture de courant qui aura pour effet une réaction chimique opérée par l'une ou l'autre des aiguilles, et même par plusieurs à la fois si plusieurs notes sont touchées en même temps. Par

Digitized by Google

conséquent, si la bande de papier est rayée d'avance en traits différents, suivant les octaves, il devient facile de voir par la place occupée par chaque trace sur ses différentes lignes, quelles sont les différentes notes qui ont été touchées dans l'unité de temps, d'en connaître la valeur par la longueur de la trace, enfin, d'apprécier les temps de repos ou de silence par la longueur des intervalles. Il ne s'agit plus alors que de traduire le morceau ainsi noté en langage musical ordinaire.

Pianos ou orgues mis en jeu par une petite boîte à musique. — Puisqu'il ne s'agit, dans les pianos et orgues électro-magnétiques, que de fermer l'un ou l'autre des différents circuits correspondant à telles ou telles notes pour faire agir leurs marteaux ou leurs soupapes, on conçoit aisément que le même effet peut être exécuté par une machine sur laquelle les airs ou les morceaux auront été notés d'avance, comme dans les serinettes, les orgues de barbarie, les boîtes ou horloges à musique. Il faut simplement que le cylindre à chevilles qui rencontre les ressorts vibrants soit métallique et en rapport avec l'une des branches du courant, et que les lames vibrantes soient isolées les unes des autres et toutes en rapport avec les électro-aimants des pianos ou orgues électro-magnétiques par des fils métalliques spéciaux. Alors, un simple mouvement d'horlogerie, une petite boîte pas plus grande qu'une tabatière, peut mettre en jeu des orgues de la plus grande dimension, des pianos distribués en différentes places; et cela, à quelque distance qu'on le désire, et sans qu'au premier abord personne ne puisse se douter quel est le musicien mystérieux et invisible qui met en marche des instruments si puissants.

Digitized by Google

RECHERCHES

SUR LA TEMPÉRATURE

DE

L'ESPACE PLANÉTAIRE,

Par M. Emm. LIAIS.

Outre la chaleur du soleil, la terre reçoit des rayons calorifiques qui lui sont envoyés par les étoiles, les nébuleuses, la lune, les planètes, les astéroïdes, et en général, par tous les corps de l'univers, par toute la matière que renferme l'espace indéfini qui l'entoure. Déterminer la quantité de chaleur qu'elle reçoit ainsi, la comparer avec celle que lui fournit le soleil, tel est en réalité le problème de la recherche de la température de l'espace planétaire. La quantité de chaleur reçue de l'espace étant connue, on peut se proposer de déterminer qu'elle devrait être la température d'une enceinte de pouvoir émissif 1, qui entourerait le globe entier, en reposant sur l'atmosphère, pour que cette enceinte fournît à la terre autant de chaleur que toute la matière renfermée dans l'espace. Cette température est ce que l'on appelle la température de l'espace planétaire, parceque c'est en effet la température à laquelle serait soumis un corps soustrait aux rayons du

Digitized by Google

soleil en dehors de l'atmosphère terrestre. D'après les lois du refroidissement trouvées par MM. Dulong et Petit, connaissant la quantité de chaleur reçue de l'espace par la terre, on connaît immédiatement la température de l'espace, car si t désigne cette température, $1{,}146\ a^t$ (a étant la constante du refroidissement qui est égale à 1,0077), représentera le nombre d'unités de chaleur reçues par minute de chaque centimètre carré de l'enceinte enveloppant l'atmosphère terrestre, enceinte que nous pouvons supposer égale en superficie à la surface du globe à cause du peu d'épaisseur de l'atmosphère terrestre.

Au premier abord, la détermination de la quantité de chaleur reçue de l'espace paraît très simple en partant de ce fait que, la température moyenne de la surface du sol étant constante, il y a équilibre entre la quantité de chaleur qu'il rayonne, et celle qu'il reçoit du soleil et de l'espace planétaire. Mais l'interposition de l'atmosphère entre le sol d'une part, et le soleil et l'espace de l'autre, complique cette recherche à cause des absorptions, différentes suivant la nature des sources, que l'air exerce sur les rayons calorifiques qui le traversent, et à cause des rayons de chaleur qu'il envoie au sol et à l'espace.

A la suite d'un remarquable travail sur la quantité de chaleur fournie par le soleil, publié en 1838 dans les Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, M. Pouillet a attaqué la question de la température de l'espace planétaire, et, en même temps qu'il a répandu sur elle beaucoup de lumière par la netteté de ses définitions, il a fait une série d'observations curieuses sur le refroidissement nocturne, série qui lui a servi, sinon à fixer d'une manière absolue, au moins à restreindre entre certaines limites, les constantes de l'absorption atmosphérique sur les rayons terrestres.

La température de — 142° que M. Pouillet indique pour

Digitized by Google

l'espace comme le résultat le plus probable déduit de ses recherches, diffère beaucoup de la température —60° assignée par Fourier. Je me propose de faire voir, dans ce Mémoire, que diverses influences que M. Pouillet n'a pas calculées, diminuent beaucoup la différence entre le résultat de sa méthode et la valeur donnée par Fourier.

Ainsi, l'atmosphère ne rayonne pas la même quantité de chaleur vers le sol et vers l'espace; cette égalité n'aurait lieu que s'il n'y avait pas décroissement de la température à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère, décroissement qui fait que les régions inférieures rayonnent plus que les supérieures. Tandis que les rayons émanés des régions inférieures et dirigés vers le sol lui parviennent sans absorption sensible, ceux qui rayonnent vers l'espace sont absorbés en grande partie par les régions supérieures de l'atmosphère. A la vérité, un effet inverse a lieu pour le rayonnement de ces régions supérieures, mais comme ce rayonnement est moindre que celui des couches inférieures, il n'y a pas compensation. Il faut aussi tenir compte de l'action des vapeurs, car le sol ne perd pas toute sa chaleur par voie de rayonnement; il perd par évaporation une énorme quantité de calorique qui passe en entier à l'atmosphère dans laquelle les vapeurs se condensent. Je ne parle pas de la rosée, c'est une petite restitution faite au sol par l'atmosphère ;et je n'ai en vue ici que la fraction de la vapeur formée qui se condense en entier dans l'atmosphère et qui retombe sous forme de pluie sur le sol. La quantité de vapeur qui se condense en rosée doit être négligée, puisqu'elle rend au sol ce qu'elle lui avait pris.

La conductibilité de l'air est assez faible pour être négligeable, abstraction faite des mouvements que l'atmosphère peut acquérir pour refroidir le sol, car on sait que c'est de cette manière plutôt que par leur conductibilité pour la chaleur, que les gaz agissent pour refroidir les corps. Mais dans

Digitized by Google

le cas qui nous occupe, le sol s'échauffe plus que l'atmosphère pendant le jour, et se refroidit plus qu'elle pendant la nuit, et par conséquent s'il abandonne de la chaleur par voie de contact pendant le jour, celle-ci lui en restitue de la même manière pendant la nuit. L'expérience montre que ces deux effets se compensent à peu près, et par suite, on peut négliger, à cause des changements de signe du jour à la nuit, les quantités de chaleur échangées au contact entre le sol et l'atmosphère. On peut également négliger l'action des nuages sur le rayonnement, car si l'on considère l'année *entière*, la température moyenne des jours de ciel clair est sensiblement la même que celle des jours de ciel couvert. Mais on ne peut négliger l'action des vents sur les températures, et admettre à toutes les latitudes que la quantité de chaleur perdue sous forme de rayonnement par l'atmosphère est égale à celle qu'elle acquiert par absorption sur les rayons qui la traversent et par la condensation des vapeurs, car le mélange des masses d'air enlève une grande quantité de chaleur aux régions tropicales pour la reporter aux latitudes élevées. Admettre cette équation à l'équateur, c'est donc supposer tacitement qu'il ne peut exister de vent dans l'atmosphère. Dans l'atmosphère réelle, cette équation n'est applicable qu'au parallèle dont les vents ne modifient pas la température moyenne, l'élévation produite par les vents équatoriaux compensant le refroidissement produit par les vents polaires. On entrevoit à priori que ce parallèle doit être celui sous lequel on observe la température moyenne du globe, et j'ai démontré, en effet, dans mon Mémoire sur les oscillations du baromètre, que sous ce parallèle les actions des vents équatoriaux et polaires se compensent. J'ai fait voir de plus que ce parallèle est situé par 38°14' de latitude, et que sa température moyenne est 15°,7. Sous ce parallèle donc, et seulement sous ce parallèle, la quantité

Digitized by Google

de chaleur perdue par l'atmosphère sous forme de rayonnement est égale (puisque la température moyenne de chaque couche est constante, l'état thermométrique du globe ne variant pas sensiblement à l'époque actuelle), à la quantité de chaleur rayonnante émanée du sol, du soleil et de l'espace et absorbée dans le trajet au travers de l'atmosphère, plus la quantité de chaleur abandonnée par les vapeurs qui se condensent.

M. Pouillet a démontré que la quantité de chaleur que la terre reçoit du soleil sur chaque centimètre carré est par minute pour l'incidence normale 1,7633, et les recherches de MM. Pouillet, de Gasparin et Quételet s'accordent à prouver que l'atmosphère absorbe pour l'incidence normale les 0,2 de cette quantité, et laisse passer les 0,8. Il résulte d'une série d'expériences très curieuses de M. Volpicelli, que le rayonnement solaire se compose de rayons pour lesquels le pouvoir de transmission est très variable, aussi nous ne considérerons le pouvoir de transmission 0,8 que comme la moyenne des pouvoirs de transmission pour les divers rayons du soleil. Lorsque les rayons solaires traversent une épaisseur atmosphérique ou plutôt une masse d'air différente de celle de la hauteur de l'atmosphère, si e désigne cette épaisseur ou plutôt cette masse, le pouvoir de transmission devient $(0,8)^e$.

Pour calculer e pour les diverses incidences, il faut remarquer que e diffère d'autant moins de la sécante de la distance zénithale que l'épaisseur de l'atmosphère est moindre. Pour les couches inférieures, c'est-à-dire les plus denses et celles qui absorbent le plus, l'épaisseur traversée se rapproche donc beaucoup plus de cette sécante (l'épaisseur normale de la couche étant prise pour unité) que pour les régions supérieures.

Quoique e soit une fonction de la hauteur de l'atmosphère, il ne faut donc pas, à cause de la variation de densité de

Digitized by Google

l'atmosphère, considérer la masse d'air traversée comme proportionnelle au chemin parcouru par les rayons dans l'atmosphère, chemin dont la valeur nous est d'ailleurs inconnue, puisque nous ne connaissons pas la vraie hauteur de l'atmosphère. Ce qu'il y a de mieux à faire, est donc d'agir comme si l'atmosphère avait dans toute son épaisseur la même densité qu'à la surface du sol, de calculer sa hauteur dans cette hypothèse, de la prendre pour unité, et de calculer avec cette même hauteur les épaisseurs atmosphériques traversées pour les diverses incidences, et on aura une valeur très approchée de la masse atmosphérique traversée. On trouve ainsi, en ayant égard à la variation de l'incidence avec l'heure du jour, que l'atmosphère laisse passer par 38° 14' de latitude, les 0,59 de la chaleur solaire, et absorbe les 0,41. A l'équateur, ces deux nombres deviendraient 0,61 et 0,39.

Sous le parallèle de 38° 14', la quantité de chaleur solaire que le sol reçoit par minute sur chaque centimètre carré, moyennement dans les 24 heures, est, d'après la valeur 1,7633 pour l'incidence normale, 0,4408, abstraction faite de l'absorption atmosphérique. En y ayant égard, cette quantité devient 0,4408 $\times$ 0,59 ou 0,2601, et la quantité de chaleur absorbée par l'atmosphère est 0,4408 $\times$ 0,41 ou 0,1807.

La quantité de pluie qui tombe moyennement sous le parallèle de 38° 14' est 1^{m}30 à 1^{m}35. Dans un Mémoire adressé à l'Institut le 29 mars 1847, M. Daubrée évalue que la quantité moyenne de pluie qui tombe sur le globe est 1^{m}369, c'est à peu près le résultat que j'avais trouvé pour le 38^{e} degré. J'adopterai donc ce dernier chiffre, et il est facile de voir que la quantité de chaleur nécessaire pour évaporer cette quantité d'eau serait capable de fondre 10^{m} 70 de glace, répandue sur toute la surface du globe, tandis que, d'après M. Pouillet, la quantité de chaleur reçue du soleil fondrait

Digitized by Google

29m3 de glace. Il résulte de là que la quantité de chaleur que l'évaporation enlève au sol sous le 38e parallèle, et aussi moyennement sur le globe, est 0,1610 unité par minute et par centimètre carré. La quantité de chaleur que le sol perd par rayonnement sous ce parallèle est d'ailleurs $1,146\ a^{15,7}$ ou 1,2927; le pouvoir transmissif du sol étant sensiblement 1, la quantité totale de chaleur qu'il perd par rayonnement et par évaporation, est donc $1,2927 + 0,1610 = 1,4537$ par minute et par centimètre carré.

Cette quantité de chaleur est égale à celle qu'il reçoit et qui lui vient du soleil, de l'espace et de l'atmosphère. Celle qui lui vient du soleil est 0,2601, ainsi que nous l'avons déjà vu; $1,146\ a^t$, t désignant la température de l'espace et a la constante 1,0077 du rayonnement, sera celle que rayonne l'espace; sur cette quantité de chaleur, si m désigne le pouvoir de transmission de l'atmosphère, le sol en recevra $1,146\ a^t m$, et l'atmosphère absorbera $1,146\ a^t\ (1 - m)$. Quant à l'atmosphère, on peut savoir la quantité de chaleur qu'elle rayonne, car cette quantité est égale à celle qu'elle absorbe et qui se compose : 1° de la quantité 0,1610 perdue par le sol par évaporation; 2° d'une fraction de la quantité 1,2927 que le sol rayonne, fraction qui dépend du pouvoir de transmission de l'atmosphère sur les rayons terrestres, de sorte que si n désigne ce pouvoir de transmission, la quantité absorbée sera $1,2927\ (1 - n)$; 3° de la quantité de chaleur solaire absorbée et qui est, ainsi que nous l'avons vu, 0,1807; 4° de la quantité de chaleur absorbée à l'espace et qui est $1,146\ a^t(1 - m)$. Mais sur cette quantité totale de chaleur perdue par l'atmosphère, une portion est rayonnée vers le sol, l'autre vers l'espace, et si $\frac{b}{b'}$ désigne le rapport de la quantité rayonnée vers le sol à la quantité rayonnée vers l'espace,

$$\frac{b}{b+b'}\left(0,1610 + 1,2927(1-n) + 0,1807 + 1,146\ a^t\ (1-m)\right)$$

Digitized by Google

sera la quantité de chaleur fournie au sol par l'atmosphère. On aura donc l'équation :

$$1,4537 = 0,2601 + 1,146\, a^t m + \frac{b}{b+b'}\Big(0,1610 + 1,2927\,(1-n) + 0,1807 + 1,146\, a^t (1-m)\Big)$$

Il résulte des expériences de M. Pouillet, que la valeur de $(1-n)$ ou la fraction des rayons terrestres que l'atmosphère absorbe, ne peut être plus petite que 0,8; elle est donc comprise entre 1,0 et 0,8, et le résultat le plus probable, celui qui s'accorde le mieux avec les observations est 0,9. Cette dernière valeur peut même être considérée comme très approchée.

Le rapport des quantités de chaleur envoyées vers le sol et vers l'espace par l'atmosphère, dépend à la fois de la valeur de n et du décroissement de la température avec la hauteur. Pour obtenir ce rapport approximativement, voici comment j'ai opéré :

J'ai supposé l'atmosphère partagée en couches horizontales infiniment minces de même densité; en appelant k le pouvoir émissif de chacune de ces couches en haut ou en bas, puisqu'il est égal dans les deux sens, et s sa température, $1,146\, k\, a^s$ représente la quantité de chaleur perdue par cette couche, soit vers le sol, soit vers l'espace; si f désigne la pression atmosphérique sur cette couche, la pression au niveau de la mer étant prise pour unité, $1,146\, k\, a^s\, n^f$ représentera la quantité de chaleur rayonnée par cette couche, qui sortira de l'atmosphère vers l'espace, et $1,146\, k\, a^s\, n^{(1-f)}$ représentera la quantité qui atteindra le sol.

$$\frac{1,146k\int a^s n^{(1-f)}}{1,146k\int a^s\, n^f} \quad \text{ou} \quad \frac{\int a^s\, n^{(1-f)}}{\int a^s\, n^f}$$

représentera donc le rapport des quantités de chaleur perdues par l'atmosphère vers le sol et vers l'espace.

Digitized by Google

Recourant ensuite aux observations faites sur le décroissement de la température avec la hauteur dans l'atmosphère, j'ai formé jusqu'aux plus grandes limites de pression atmosphérique où l'on soit parvenu, une table renfermant les températures des différentes couches, celle de la couche inférieure étant 15,7, et les pressions barométriques correspondantes; prenant ensuite les pressions barométriques pour abscisses, et les températures pour ordonnées, j'ai tracé une courbe représentant la moyenne de toutes ces observations; cette courbe montre que pour une même diminution de pression barométrique, la quantité dont la température s'abaisse, augmente d'une manière très régulière, à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère. En supposant la même loi pour les régions supérieures, et continuant la courbe telle qu'elle existe pour les régions inférieures, on trouve que la température devrait être d'environ 100 degrés au-dessous de zéro à la limite atmosphérique. Adoptant provisoirement le décroissement ainsi obtenu et qui est au moins assez approché, il est facile pour chaque valeur de n, de déterminer par approximation $\int a^s n^{(1-f)}$ et $\int a^s n^f$, et en supposant $n = 0,1$, on trouve que ces deux quantité sont à très peu près dans le rapport de 4 à 3.

L'équation précédente devient alors dans ce cas :

$$1,4537 = 0,2601 + 1,146 a^t m + \frac{4}{7}\left(0,1610 + 1,2927 \times 0,9 + 0,1807 + 1,146\, a^t\,(1-m)\right)$$

Si m était connu, on pourrait de cette équation, déduire la valeur de t.

Si l'on considère la chaleur de l'espace comme provenant uniquement de sources de haute température analogues au soleil, telles que les étoiles, le coefficient de transmission doit être le même que celui de l'atmosphère sur la chaleur

Digitized by Google

solaire, c'est-à-dire 0,6 pour la moyenne de toutes les incidences. En substituant pour m cette valeur dans l'équation précédente, on trouve que t, c'est-à-dire, la température de l'espace égale — 136°,41. La quantité de chaleur fournie par l'espace sur chaque centimètre carré et par minute, serait alors $1{,}146\ a^{-136{,}41} = 0{,}4025$, c'est-à-dire presque égale à celle que fournit le soleil, qui est 0,4408.

Ce résultat prouve que l'hypothèse que la chaleur de l'espace provienne de sources analogues au soleil, n'est pas admissible. En effet, elle est fondée sur l'analogie qui doit exister entre la chaleur du soleil et celle des étoiles, analogie que démontre encore le magnifique Mémoire de M. Arago sur la constitution des étoiles, inséré dans l'Annuaire de 1852 ; mais cette même analogie prouve précisément que la quantité de chaleur reçue des étoiles doit être insensible, comparativement à celle du soleil, de même que leur lumière (c'est, au reste, ce que l'expérience directe nous apprend). Du moment où il est reconnu qu'il faut, pour l'équilibre actuel de la température terrestre, que l'espace fournisse une quantité de chaleur considérable, il n'est plus admissible que ce soient les étoiles seules qui la fournissent. Alors, toute analogie entre la chaleur de l'espace et la chaleur des sources de haute température, des sources lumineuses, disparaît. Nous pouvons, au contraire, affirmer positivement que la chaleur de l'espace ne vient pas de sources qui soient en même temps sources de lumières. C'est donc avec la chaleur rayonnée par la terre, que doit être comparée la chaleur de l'espace, car la fraction de cette dernière, qui vient des étoiles, est insensible par rapport à la totalité de cette chaleur ; et alors, il y a tout lieu de croire que le coefficient de transmission de cette chaleur, au travers de l'atmosphère est le même que le coefficient de transmission de la chaleur du sol,

Digitized by Google

c'est-à-dire, 0,1 ; dans tous les cas, il ne doit que très peu en différer.

Quant à l'origine de cette chaleur, je ne veux émettre ici aucune opinion; je ne tiens qu'à constater le fait, et je crois nos connaissances sur la matière que renferment les espaces célestes, encore trop restreintes pour se permettre de hasarder des hypothèses. Je rappellerai seulement que les recherches sur les bolides ont fait reconnaître l'existence de nuées d'astéroïdes, au milieu desquelles la terre circule dans son mouvement annuel, astéroïdes qui, d'après diverses recherches, paraissent influer sur les températures terrestres, et qui, sans nul doute, contribuent, par leur rayonnement, à fournir cette chaleur que nous appelons chaleur de l'espace. Mais je le répète, nous ne connaissons pas toute la matière que renferme l'espace. Nous ignorons aussi ce que c'est que l'éther et ce que sont les relations de cette substance avec la chaleur sensible et la chaleur latente; enfin, si son élasticité n'est pas due à sa température.

En faisant $m = 0{,}1$ dans l'équation précédente, on trouve $t = -97°{,}40$, c'est-à-dire à très peu près, la température que la courbe de décroissement de température avec la hauteur dans l'atmosphère, prolongée de la manière la plus naturelle, nous avait fait admettre; et cet accord remarquable, prouve que ce résultat ne peut être très éloigné de la vérité, ainsi que nous allons le reconnaître, au reste, par diverses autres considérations. Avec cette température — 97°,40, la quantité de chaleur fournie par l'espace est 0,5429, c'est-à-dire plus grande que celle du soleil.

Proposons-nous de déterminer à l'équateur la température moyenne que l'on devrait observer sans l'action refroidissante des vents polaires. Si l'on appelle x cette température, et si l'on calcule, 1° qu'à l'équateur, la quantité moyenne de chaleur solaire qui tombe sur le sol par minute et par centi-

Digitized by Google

mètre carré, est 0,5613, et le coefficient de transmission atmosphérique 0,61; 2° que le rapport des quantités de chaleur rayonnées par l'atmosphère vers le sol et vers l'espace, est sensiblement pour les températures équatoriales, celui de 3 à 2; 3° que la quantité moyenne d'eau évaporée est à-peu-près 2^m65, au lieu de 1^m37 (le rapport de ces deux quantités est précisément celui de 29 à 15, ou celui des tensions de la vapeur d'eau à l'équateur et au 38e parallèle), de sorte que l'évaporation enlève au sol par minute et par centimètre carré 0,3113 de chaleur, on a l'équation

$$1{,}146\,a^x + 0{,}3113 = 0{,}5613 \times 0{,}61 + 0{,}1146\,a^{-97{,}40} + \frac{3}{5}\left(1{,}146\,a^x \times 0{,}9 + 0{,}3113 + 0{,}5613 \times 0{,}39 + 1{,}146 a^{-97{,}40} \times 0{,}9\right)$$

de là, on tire $x = 36°{,}36$.

Si l'on supposait l'évaporation réduite à 19 centimètres d'eau, ainsi que cela a lieu dans quelques pays équatoriaux, on trouverait 42°,73. L'on pourrait supposer l'évaporation encore plus réduite, mais alors le sol réfléchit une fraction notable de la chaleur solaire. En joignant à ces nombres la demi-différence des températures qui a lieu du jour à la nuit, on trouve dans le premier cas, les plus hautes températures de 40 à 42 degrés généralement observées dans les pays équatoriaux, et dans le second, les plus hautes températures observées dans quelques pays, savoir: 47 à 48 ou 50°.

La température de l'espace et les pouvoirs de transmission admis pour l'atmosphère, rendent donc parfaitement compte des maxima de température équatoriale, et ce résultat est une confirmation des valeurs admises.

Il résulte de ce qui précède que sans l'action des vents polaires, la température moyenne de l'équateur serait de 36°,4; Or, la température de la ligne des maxima de température est 28°, donc l'action des vents polaires refroidit l'équateur de 8°,4.

Digitized by Google

On conçoit facilement que l'équateur puisse atteindre accidentellement la température qu'il aurait sans l'action des vents polaires, à cause de la vaste étendue des régions tropicales et de la grandeur du pouvoir de transmission de l'atmosphère sur les rayons solaires, mais on conçoit beaucoup plus difficilement que les régions polaires puissent prendre la température minima qu'elles pourraient acquérir sans l'action des vents équatoriaux, température minima qui serait la température même de l'espace lorsque le soleil disparaît longtemps; car 1° l'action des vents équatoriaux pour échauffer les régions polaires est beaucoup plus grande que l'action des vents polaires pour refroidir les régions équatoriales, à cause de la vaste étendue des régions tropicales par rapport aux régions polaires; 2° la faible valeur du pouvoir de transmission atmosphérique sur les rayons terrestres, ne permettrait d'arriver à cette basse température qu'au bout d'un temps excessivement long; 3° enfin il existe à l'équateur des vents qui ne mêlent pas l'air de régions très inégalement chaudes tandis que tout vent dans les régions polaires mêle immédiatement l'atmosphère de points dont les températures sont très différentes. Il résulte donc de là que les minima de température observés dans les régions polaires, doivent être très notablement supérieurs à la température de l'espace. D'un autre côté, la plus basse température observée est — 56°,7, et comme l'on n'a observé que très peu dans les régions polaires et surtout comme l'on a observé principalement en été, sans avoir pu pénétrer toujours dans les régions les plus froides, il est très probable qu'il peut y exister des froids notablement plus grands. Si l'on n'avait observé que 2 ou 3 années à Paris, il est fort peu probable que c'eût été précisément dans celle où l'on a constaté 23° au-dessous de zéro. (Il n'en est pas de même des régions équatoriales, on y a observé assez pour être sûr de connaître à très peu près les vrais maxima)

Digitized by Google

Il est donc très probable que l'on peut observer dans les régions polaires des températures très inférieures à — 56°,7, et qui seront cependant toujours supérieures à la température de l'espace; donc, encore sous ce rapport, le chiffre de — 97°,40 pour l'espace s'accorde assez bien avec ce que nous savons des froids polaires.

Le peu d'incertitude qui existerait encore sur le chiffre de — 97°,40 viendrait surtout de celle qui existe sur la valeur du coefficient de transmission de l'atmosphère sur les rayons terrestres. Je vais donc encore confirmer le résultat que j'ai obtenu, en faisant voir que les 2 limites 0,2 et 0,0 entre lesquelles M. Pouillet a resserré la valeur de ce coefficient de transmission (en admettant toutefois 0,1 comme très approché) sont l'une beaucoup trop grande, et l'autre beaucoup trop petite, de sorte qu'elles donnent l'une et l'autre des résultats absurdes.

Soit donc fait d'abord dans l'équation $m = n = 0{,}2$; le rapport $\frac{b}{b+b'}$ calculé comme je l'ai fait dans le cas de $n = 0{,}1$ devient $\frac{5}{9}$, et on tire de là que la température de l'espace égale — 70°,75. (En calculant le rapport $\frac{b}{b+b'}$, j'ai dû admettre que la température de la limite de l'atmosphère était celle de l'espace. Par une série d'approximations successives, je suis parvenu au rapport $\frac{5}{9}$ dans cette condition, mais le décroissement que j'obtiens ainsi pour les régions supérieures, n'est pas aussi bien la continuation de celui des régions inférieures que dans le cas où la température de l'espace est plus basse). A l'équateur je trouve dans la nouvelle hypothèse que le rapport $\frac{b}{b+b'}$ devient $\frac{4}{7}$, et en calculant la température équatoriale qui aurait lieu sans l'action

Digitized by Google

des vents polaires, je trouve 28°,09, c'est-à-dire la température que l'on observe réellement sous la ligne des maxima. L'hypothèse 0,2 forcerait donc à admettre que les vents polaires ne modifient pas la température équatoriale, ce qui est absurde. Donc le pouvoir de transmission est très notablement moindre que 0,2.

Si maintenant je fais dans l'équation de la page 255, $m = n = 0$, je trouve que le rapport $\frac{b}{b+b'}$ doit se réduire à $\frac{a^{15,7}}{a^{15,7}+a^{t}}$; substituant ces valeurs, l'équation se réduit à $0,0878\ a^{t} = -0,4408$, résultat absurde puisque a est positif. Donc le pouvoir de transmission est très notablement supérieur à 0 ; d'ailleurs en le supposant très sensiblement différent de 0,1, on voit qu'il n'est pas possible de rendre compte des températures maxima observées à l'équateur, et par conséquent, la température de l'espace diffère peu de —97°.

Digitized by Google

OBSERVATIONS

SUR LES ULEX

DES ENVIRONS DE CHERBOURG,

Par M. Auguste LE JOLIS.

Les *Ulex* abondent dans le nord du département de la Manche : non seulement ils y couvrent les landes, les coteaux arides, les falaises du littoral; ils croissent également au bord des chemins, dans les haies, dans les bois, et ornent en tout temps nos campagnes de leurs brillantes fleurs, qui se succèdent sans interruption pendant le cours entier de l'année. Outre les deux types des *Ulex europæus* et *U. nanus*, on y rencontre de nombreuses formes intermédiaires, qui relient ces deux espèces entre elles par des caractères participant de l'une et de l'autre; et ces formes si variées avaient depuis longtemps déjà attiré mon attention, lorsqu'en 1849, M. Planchon publia son *Ulex Gallii*, espèce que je reconnus immédiatement dans une des formes les plus communes de nos contrées, et que le premier j'indiquai en Normandie (1). Depuis lors, j'ai suivi avec soin la végétation de nos Ulex dans toutes ses phases; j'ai examiné sur place des milliers d'individus; et cette étude a eu pour résultat de me convaincre que les caractères employés pour la distinction des espèces sont loin de présenter le degré d'immutabilité que leur attribuent les auteurs. Ne pouvant qu'émettre des doutes sur la

(1) Précis analytique des Travaux de l'Académie de Rouen, pour l'année 1849-1850, p. 59.

Digitized by Google

valeur de ces caractères, et n'étant pas encore à même d'indiquer des moyens de détermination plus rigoureux, j'ai hésité à publier des observations qui sont de nature à soulever de nouvelles difficultés dans la délimitation des espèces de ce genre; je crois utile, cependant, d'attirer de nouveau sur ce sujet l'attention des botanistes, et pour ce motif, je me décide à leur soumettre les remarques que j'ai pu faire. D'ailleurs, il me semble que des doutes émis avec réserve, mais basés sur une observation consciencieuse, peuvent quelquefois rendre autant de services à la science, que des observations hasardées, reposant sur une étude peu suivie de la nature vivante; et, comme l'a dit M. Arago, « la manière dont les sciences se développent est trop bien appréciée, pour qu'un esprit droit pût, à notre époque, s'affliger en voyant des difficultés sortir de l'examen approfondi d'une question : des difficultés bien définies, des difficultés nettement caractérisées, sont des demi-découvertes. (1) »

Linné n'avait admis dans son genre *Ulex*, qu'une seule espèce divisée en deux variétés qui ont été généralement regardées comme deux espèces distinctes (*U. europæus* et *U. nanus*), et qui, toutes les deux, sont répandues dans les régions occidentales de l'Europe. Les anciens botanistes connaissaient encore une autre espèce particulière à la région méditerranéenne, l'*U. parviflorus, Pourr.* (*U. provincialis, Lois.*) Enfin, une 4e espèce, signalée d'abord en Bretagne par M. Legall sous le nom d'*U. provincialis*, Lois., et dont la présence fut ensuite constatée en Angleterre par M. Planchon, a été décrite par ce dernier auteur sous le nom de *Ulex Gallii* (2), et admise par M. Webb dans sa récente monogra-

(1) Annuaire de 1846, p. 476.

(2) Planchon, ann. sc. nat. T. XI, p. 202.—Fl. des serres et jardins de l'Europe, T. 5, p. 441, † 192. (1849.)

Digitized by Google

phie du genre *Ulex* (1). Telles sont les quatre espèces indiquées jusqu'à ce jour en France. Je ne parlerai pas, dans cet article, de l'*U. provincialis*, qui ne croît pas dans nos contrées, non plus que des nombreuses espèces indiquées par MM. Planchon et Webb, dans la Péninsule Ibérique; je m'occuperai seulement des trois espèces de notre pays, et de leurs nombreuses variations.

Une chose vraiment remarquable, c'est qu'en Angleterre où les ajoncs croissent en abondance, les botanistes les plus éminents s'accordent à ne reconnaître qu'une seule espèce, et regardent les *Ulex nanus* et *U. europæus* comme de simples variétés d'un type unique. M. Planchon en exprime ainsi son étonnement (l. c. p. 205) : « Pour la plupart des botanistes qui ont vu croître l'un près de l'autre l'*U. europæus* et l'*U. nanus*, et qui connaissent les différences de leur époque de floraison, de leur végétation, de leur port, de leurs caractères floraux et carpologiques; pour les gens du monde même, et pour les habitants des campagnes, qui appliquent à chacune de ces plantes un nom tout particulier, leur existence comme espèce à part n'a pas besoin d'être démontrée. On est donc surpris que les seuls doutes exprimés à cet égard viennent des botanistes anglais, chez qui les deux plantes attirent à chaque pas l'observation. On s'étonne de voir ces doutes partir d'un horticulteur aussi recommandable que Miller, d'un savant aussi renommé que sir W^am^ Hooker, et s'appuyer sur l'autorité de Borrer, un des botanistes qui ont le plus exclusivement étudié la flore de la Grande-Bretagne. Tel est néanmoins le cas. » M. Planchon ajoute dans une note : « S'il faut s'en fier du moins à la traduction française de la 8^e^ édit. de son Dictionnaire des Jardins, le célèbre horticulteur anglais Miller prétend avoir obtenu des

(1) Webb, ann. sc. nat. T. XVII, p. 282. (mai 1852.)

Digitized by Google

mêmes graines toutes les variétés d'Ulex connues en Angleterre. Malgré cette assertion, nous ne craignons pas d'accuser l'observation d'être inexacte en ce qui concerne l'*U. europæus* et l'*U. nanus*. »

Cette opinion des auteurs anglais peut en effet paraître surprenante, et même inadmissible, surtout aux botanistes qui n'ont observé les Ulex que dans des contrées éloignées de leurs stations de prédilection, par exemple dans le centre de la France, où les *U. europæus* et *U. nanus* présentent chacun une forme extrême constante et tranchée, ou bien encore à ceux qui n'ont étudié que des échantillons d'herbier. Mais dans les pays que l'on peut considérer comme la patrie véritable des ajoncs (et sous ce rapport, je regarde le nord de notre presqu'île comme devant être assimilé à l'Angleterre et à la Bretagne), il se présente, entre les formes typiques des deux espèces, une multitude si variée de formes intermédiaires, qu'il devient très difficile de reconnaître la limite exacte de ces espèces, et qu'il m'est souvent arrivé de ne pouvoir préciser avec certitude si l'échantillon vivant que j'avais sous les yeux, était une forme naine de l' *U. europæus* ou une forme très-développée de l'*U. nanus*, tant cet échantillon présentait d'analogies et en même temps de dissemblances avec chacune des deux espèces. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les diagnoses comparatives des *U. europæus*, *U. Gallii* et *U. nanus*, pour voir combien l' *U. Gallii* est exactement intermédiaire entre ses deux congénères ; les analyses publiées par M. Planchon, en fournissent la preuve la plus convaincante. Et maintenant, si l'on suppose plusieurs autres formes intermédiaires intercalées entre l'*U. europæus* et l'*U. Gallii* d'une part, et d'autre part entre celui-ci et l'*U. nanus*, il est évident que l'on aura une série continue de formes passant insensiblement de l'une à l'autre, et parmi lesquelles il sera difficile de tracer la ligne de démarcation

Digitized by Google

des espèces. Or l'existence de ces intermédiaires n'est pas une supposition, mais bien une réalité dont j'ai pu me convaincre, et provient de ce que les caractères regardés jusqu'alors comme véritablement distinctifs, sont au contraire éminemment variables et présentent de nombreuses modifications. Ce sont ces modifications que je vais examiner dans les lignes qui vont suivre; mais auparavant, je crois utile de rappeler les caractères spécifiques des *Ulex europæus*, *U. Gallii* et *U. nanus*, et pour cela je ne puis mieux faire que de transcrire ici, sous forme de tableau, les diagnoses récemment proposées par les deux savants monographes du genre *Ulex*.

Diagnoses par M. Planchon.

(Ann. sc. nat. t. XI, p. 210—215, tab. 9.)

U. europæus.	*U. Gallii.*	*U. nanus.*
U. robustus, erectus:	U. altitudine mediocri;	U. humilis,
Ramis, ramulis, foliisque (spiniformibus) sulcatis, griseo-viridibus, adultis rigidis, hispidulo-pubescentibus;	Ramis adscendentibus, ramulis foliisque (spiniformibus) sat robustis (fere ut in Ulice europæo), viridi glaucescentibus;	Ramis humifusis vel adscendentibus, ramulis foliisque (spiniformibus) sæpius abbreviatis confertisque,
	Var. B. humilis, depressa ramis humifusis, ramulis foliisque confertis abbreviatis;	Var. ramis adscendentibus 1 1/2-2 ped. longis, ramulis elongatis foliisque minus confertis;
Floribus ad axillas foliorum adultorum solitariis, magnis, citrinis;	Floribus ad axillas foliorum adultorum solitariis, mediocribus aurantiaco-flavis:	Floribus ad axillas foliorum adultorum solitariis, saturate luteis;
Bracteolis calyci contiguis, ovatis, magnis (1 1/2 lin. longis), alabastrum obtusum primùm fere plane involventibus;	Bracteolis oblongo-ovatis parvis,	Bracteolis calycinis ovato oblongis;
Calyce pilis rufidulis, semipatentibus subhirsuto;	Calyce adpresse puberulo,	Calyce adpressissime et minutissime puberulo;
Alis carina longioribus, incurvis, altera alteræ apice incumbenti;	Alis revera carina paulo longioribus, sed ob ipsarum curvaturam illius apice superatis;	Alis carina manifeste brevioribus, planiusculis;
Leguminibus æstate eadem quo fœcundati fuerunt, maturescentibus, maturique cum crepitu elastico dehiscentibus.	Leguminibus ovoideo-oblongis, hirsuto-hispidis, calyce vix longioribus.	Leguminibus postbiennium maturescentibus tuncque in frutice obviis nec adhuc (si unquam) dehiscentibus.

Digitized by Google

Diagnoses par M. Webb.

(Ann. sc. nat. t. XVII, p. 288.)

U. europæus.	*U. Gallii.*	*U. nanus.*
Floribus ex axillis ramulorum, raro superne ramorum prodeuntibus;	Floribus ex axillis phyllodiorum ramorum vel ramulorum prodeuntibus;	Floribus pusillis, ex axillis ramorum vel ramulorum (spinarum primariarum) prodeuntibus,
Bracteolis late ovatis vel rhomboideo-rotundatis;	Bracteolis ovato-lanceolatis,	Bracteolis minimis lanceolatis,
Calyce villoso, labii superioris rectiusculi dentibus (explicatis) conniventibus vel subdivaricatis;	Calyce pilis sericeis appressis pubescente, labii superioris rectiusculi dentibus lanceolatis, acutis, (explicatis) subdivaricatis.	Calyce pilis appressis sericeis pubescente, labio superiore truncato, dentibus (explicatis) divergentibus,
Alis carinam longe excedentibus;	Alis carina longioribus,	Alis carinæ obtusæ apice rotundatæ longitudine,
Ovario 12-ovulato.	Ovario 6-ovulato.	
	Var. B. *humilis*, omnibus partibus minor.	
	Var. Γ. *Babingtonii*, virens cæspitosior, floribus minoribus.	
Floret hyeme et primo vere.	Floret ab Augusto usque in hyemem.	Floret ab Augusto in hyemem.

Les diagnoses que je viens de transcrire nous montrent que les caractères différentiels des espèces sont tirés: 1° du port général de la plante; 2° de la grandeur et de la couleur des fleurs; 3° de la forme des boutons et de l'épaisseur de l'indumentum qui recouvre le calice; 4° de la forme et des dimensions des bractéoles; 5° de la longueur du pédicelle relativement à celle de la feuille florale; 6° de la longueur des ailes par rapport à la carène; 7° du fruit; 8° de l'époque de floraison. — Je vais passer successivement en revue tous ces caractères, et dire les variations qu'ils m'ont présentées.

I. De tous les Ulex, l'*U. europæus* est celui qui atteint généralement la taille la plus élevée: on en rencontre fréquemment dans nos environs des individus de 3 à 4 mètres de hauteur; mais dans certaines landes arides où il a le port de l'*U. gallii* β. *humilis*, Pl., il atteint à peine les dimensions de l'*U. nanus*, et ne s'en distingue que par ses épines plus rigides.

Digitized by Google

Parmi les formes qui se rattachent à l'*U. Gallii,* il en est qui, pour la taille, ne le cèdent en rien à l'*U. europæus*; j'en ai vu des échantillons, fleurissant en septembre, qui avaient 3^m^ de hauteur, et dont les rameaux, de 70 centim. de longueur, portaient de robustes épines longues de 5 à 6 centimètres. Les formes naines de l'*U. Gallii* ont beaucoup de ressemblance avec l'*U. nanus,* ainsi qu'il est facile de s'en assurer en comparant les descriptions, reproduites ci-dessus, de l'*U. Gallii var. ε. humilis* et *γ. Babingtonii,* avec celles de l'*U. nanus* et de sa variété *major*. En effet elles se confondent tellement, que la plupart du temps je n'ai pu réussir à les distinguer avec une certitude absolue, — ce que je ne crains pas d'avouer, puisque les monographes eux-mêmes ne sont pas toujours d'accord en pareille circonstance, et que M. Webb (l. c. p. 288) rapporte à l'*U. Gallii ε. humilis*, Pl., un échantillon de Bayonne reconnu par M. Planchon pour être l'*U. nanus* (l. c. p. 215). J'ajouterai que M. Webb fait de l'*U. nanus ε. major,* Bab. (man. brit. bot.), une variété de l'*U. Gallii*, sous le nom de *U. Gallii γ. Babingtonii,* tandis que M. Babington affirme que son *U. nanus ε. major* est le véritable type de l'*U. Gallii* Planch. (1).

On trouve dans les trois espèces, des individus dressés, à rameaux rigides, à épines robustes, et d'autres à tiges plus grêles, à épines faibles, à rameaux courts et intriqués. — Quant à la teinte plus ou moins glauque des rameaux, à leur pubescence plus ou moins rare, ces caractères de peu d'importance varient suivant les individus, peut-être même suivant les localités; ainsi M. Toussaint décrit les rameaux de l'*U. nanus* comme entièrement glabres, et M. Planchon dit au contraire qu'ils sont presque toujours pubescents et même hispides; c'est sous cette dernière forme que je les ai vus moi-même.

(1) The large form of *U. Gallii*, which is its typical state, is the *U. Nanus B. major,* Bab.—*The Botanical Gazette,* nov^er^ 1849, p. 291.

Digitized by Google

II. Il est certain que la fleur de l'*U. nanus* est beaucoup plus petite que celle de l'*U. europæus*, et que celle de l'*U. Gallii* leur est intermédiaire sous le rapport de la grandeur ; mais pour la couleur, bien que l'*U. europæus* ait quelquefois des fleurs d'un jaune citron, il présente habituellement dans nos contrées des fleurs d'un jaune orangé vif, tandis que, au contraire, l'*U. nanus* a presque toujours les fleurs d'un jaune beaucoup plus pâle; ce qui est l'inverse des indications de MM. Planchon et Toussaint. Je dois ajouter que dans l'*U. nanus*, je n'ai jamais vu l'étendard *strié de rouge* comme le décrit M. Godron (fl. fr. t. I, p. 345), si ce n'est dans les échantillons desséchés et d'herbier.

III. Suivant M. le chef de bataillon Toussaint, les boutons de l' *U. europæus* sont arrondis, recouverts d'un feutre roussâtre, serré et velouté; les boutons de l'*U. Gallii* sont ovales, à duvet jaune roussâtre à l'extrémité, et ceux de l'*U. nanus*, ovales pointus et recouverts d'un léger duvet jaune pâle.— Le bouton est en effet ovalé dans les *U. Gallii* et *U. nanus*, mais on rencontre également cette forme dans l'*U. europæus*, où je l'ai vu quelquefois très allongé, lancéolé, pointu, et fortement comprimé sur les côtés. La couleur de l'indumentum qui les recouvre, varie du blanchâtre au brun roussâtre. Certains pieds d' *U. europæus* ont, avant leur floraison, leurs boutons chargés d'un duvet laineux tellement blanc, que de loin les rameaux paraissent saupoudrés de farine; d'autres, au contraire, semblent couverts de suie, par suite d'un épais indumentum brun noirâtre. Le plus souvent, la base du bouton est jaunâtre, et l'extrémité fuligineuse ; j'ai vu, mais très rarement, des ajoncs dans lesquels le calice présentait une teinte violacée bien prononcée. La couleur de l'indumentum est toujours plus pâle dans les *U. Gallii* et *U. nanus*. Quant à son épaisseur, elle varie, selon moi, suivant les époques de floraison; les ajoncs qui fleurissent en hiver ont le calice

Digitized by Google

et les bractéoles chargés d'un indumentum beaucoup plus épais que ceux qui donnent leurs fleurs en été et en automne.

IV. De tous les caractères employés pour la distinction spécifique des *Ulex*, le plus important, celui qui, conformément aux diagnoses, semblerait devoir être le plus tranché et le plus constant, est celui que l'on tire de la forme et de la grandeur des bractéoles situées à la base du calice. Tous les auteurs s'accordent à attribuer : à l'*U. europæus*, de grandes bractéoles arrondies, beaucoup plus larges que le pédicelle; — à l'*U. Gallii*, des bractéoles ovales, lancéolées, assez étroites; — et enfin à l'*U. nanus*, des bractéoles très petites, égalant à peine la largeur du pédicelle. Or c'est précisément dans cet organe que j'ai remarqué les plus nombreuses anomalies. Ainsi, dans l'*U. europæus*, les bractéoles sont souvent en effet rhomboidales-obtuses, plus larges que longues; mais tout aussi souvent, elles sont lancéolées ou triangulaires-aigües, à peine plus larges que le pédicelle. Tantôt elles sont herbacées, verdâtres ou blanchâtres, d'autres fois elles sont brunes et scarieuses; tantôt elles sont très velues, tantôt légèrement pubescentes. Et la dimension des bractéoles, ainsi que leur forme et leur villosité, m'ont paru se modifier suivant les saisons, c'est-à-dire, suivant la température sous laquelle les fleurs se développent. En effet, les pieds d'*U. europæus* qui fleurissent pendant l'hiver, ont leurs boutons entièrement enveloppés par les bractéoles qui sont alors très grandes, très velues, et semblent ainsi destinées à protéger la jeune fleur contre les rigueurs du froid. Mais à mesure que le printemps s'avance, on remarque bientôt que les nouveaux boutons ne sont plus qu'en partie recouverts par les bractéoles, que celles-ci sont plus étroites, que leur indumentum est moins épais; enfin les individus dont la floraison a lieu chez nous en mai et juin, n'offrent plus que des bractéoles à peine plus larges

Digitized by Google

que le pédicelle, à peine pubescentes, — c'est-à-dire, qu'ils présentent alors les caractères de l'*U. Gallii*. La douceur exceptionnelle de la température de l'hiver dernier m'a permis de faire à ce sujet une remarque assez intéressante : c'est que les pieds d'*U. europæus* qui ont fleuri en décembre et janvier, avaient généralement des bractéoles étroites - lancéolées et des calices peu velus, et se rapprochaient ainsi des échantillons d'*U. Gallii*, qui, de leur côté, avaient prolongé leur floraison plus tard que de coutume.

Enfin, il est une autre observation importante que j'ai à faire au sujet des bractéoles, et que je n'ai vue indiquée nulle part. On représente ces organes comme constamment situés à la base du calice et appliqués sur le calice, et cela dans toutes les espèces du groupe des Ulicinées, sauf une seule exception, — exception fournie par un échantillon de l'herbier de M. Gay, provenant des Asturies, et que M. Planchon a ainsi désigné dans sa Revue systématique du genre Ulex : *n° 6. U. forsan species nova, Ulici denso affinis, bracteolis a calyce sat distantibus insignis*; et cette particularité d'avoir les bractéoles écartées du calice, a paru assez remarquable à M. Webb, pour qu'il n'hésitât pas à faire de cet échantillon le type d'une espèce, l'*U. opistholepis* (1). Or, dans les environs de Cherbourg, on rencontre autant d'individus, soit de l'*U. europæus*, soit de l'*U. Gallii*, soit même (mais plus rarement) de l'*U. nanus*, qui ont les bractéoles écartées du calice, que l'on en trouve dans lesquels les bractéoles sont immédiatement insérées à la base du calice. Tantôt elles sont distantes de un à trois millimètres, tantôt davantage; j'en ai vu qui étaient situées exactement au milieu du pédicelle. Dans ce cas, les bractéoles sont presque toujours étroites, lancéolées, triangulaires, aigües,

(1) Webb. l. c. p. 291.

Digitized by Google

et souvent scarieuses. Cet écartement des bractéoles ne se manifeste pas seulement sur les ajoncs de nos contrées; M. Taslé, de Vannes, m'a communiqué un échantillon d'Ulex à bractéoles distantes du calice, et que pour ce motif il regardait comme une espèce distincte de l'*U. Gallii*, avec lequel cette plante avait d'ailleurs les plus grands rapports, fleurissant à la même époque; mais M. Taslé ne m'a pas dit qu'il eût fait la même remarque sur l'*U. europæus*.

V. Suivant Koch (syn. ed. 2, p. 165) et MM. Grenier et Godron (fl. fr. t. I, p. 345), l'*U. provincialis*, Lois., diffère de l'*U. europæus* par ses feuilles florales plus courtes que le pédicelle, tandis que dans ce dernier, elles sont plus longues ou au moins égales au pédicelle. C'est encore un caractère très variable dans les *U. europæus* et *U. Gallii*, où j'ai vu souvent les pédicelles deux fois et même trois fois plus longs que les feuilles florales, bien que d'habitude ils soient de la même longueur ou plus courts.

VI. La longueur relative des ailes par rapport à la carène n'est pas sujette à de moindres variations; j'ai observé que dans les premières fleurs de l'*U. Gallii*, les ailes sont plus longues et ont une légère tendance à se croiser à leurs extrémités, et que dans certaines formes intermédiaires entre celui-ci et l'*U. europæus*, et fleurissant au commencement de l'été, les ailes sont quelquefois plus courtes que dans l'*U. europæus* type. Enfin un échantillon observé en fleurs au mois de septembre, et qui du reste offrait tous les autres caractères de l'*U. Gallii*, m'a présenté des ailes très longues et qui, dépassant la carène, étaient évidemment croisées l'une sur l'autre à leur extrémité. D'un autre côté, j'ai vu des échantillons de l'*U. nanus* dans lesquels les ailes étaient arquées, et d'autres où les ailes dépassaient la carène; c'est pourtant dans la longueur relative de ces organes, que M. Babington trouve le seul caractère qui sépare l'*U. Gallii* de

Digitized by Google

l'*U. nanus*. (1) — Il paraît même qu'en Angleterre, on rencontre sur le même individu, des fleurs ayant les ailes égales à la carène et d'autres fleurs à ailes plus longues. (2)

VII. Les diagnoses des auteurs ne fournissent pas d'indications comparatives sur la forme du fruit dans les trois espèces; voici les remarques que j'ai pu faire à cet égard. Le légume de l'*U. Gallii* est généralement à peine deux fois plus long que large, comprimé latéralement, à peu près de même longueur que le calice; celui de l'*U. europæus* est plus allongé comparativement, trois fois plus long que large, moins comprimé sur les côtés, et habituellement dépasse de beaucoup le calice en longueur,—quoique souvent aussi je l'ai vu égaler le calice, et cela sur des individus qui présentaient en même temps des fruits longuement exserts. Dans l'*U. nanus*, le légume est ordinairement plus long que le calice. — Quant aux ovules, ils ne sont pas constamment au nombre de douze dans l'*U. europæus*, comme l'écrit M. Webb; le nombre en est très variable, et j'en ai trouvé dans cette espèce, 14, 13, 12, 10, 9, et quelquefois moins. Il arrive fréquemment que plusieurs ovules avortent, et qu'il ne se développe que peu de graines dans chaque légume.

VIII. MM. Planchon et Webb indiquent la floraison de l'*U. europæus* en hiver et au printemps, et celle des deux autres espèces en automne. Ces indications sont très exactes pour les environs de Cherbourg; mais il paraîtrait que, à mesure que l'on s'avance dans l'Est, ces époques éprouvent des variations et même changent complètement en ce qui concerne l'*U. europæus*. Ainsi M. Boreau (fl. du centre, 2e éd. p. 115)

(1) For almost the only tangible point of difference is found in the relative length of the wings and keel of the flowers. *C. Bab., l. c.*

(2) I find flowers on the same plant, both in the chalk and tertiary forms, with «wings a little longer than the keel» and «wings not longer than the keel». *On the Dorsetshire Ulices*, by prof. E. Forbes. — *Bot. Gaz.* novr. 1849, p. 291.

Digitized by Google

indique la floraison de cette espèce en mars-juin ; MM. Lecoq et Lamotte (catal. p. 124) en avril-juin ; MM. Godron et Grenier (fl. fr. t. 1, p. 344) en mai-juin; MM. Germain et Cosson (fl. par. t. 1, p. 121) en mai-juillet; et enfin Koch (syn. fl. germ. p. 165, ed. 2.) en mai-juin; mais, suivant G. Savi, l'*U. europæus* fleurit en Toscane au mois de janvier (1). — A Cherbourg, l'*U. europæus* commence à fleurir au mois de novembre, rarement plus tôt, et sa floraison, le plus active en janvier et février, continue sans interruption jusqu'au mois de juin, et même quelquefois en juillet. De juin en août a lieu la maturation des fruits, qui, sous l'influence de la chaleur, s'ouvrent avec élasticité et crépitement, comme l'a très bien observé M. Gay. Ainsi que je l'ai déjà dit, les individus dont la floraison a lieu en hiver présentent plus régulièrement le type pur de l'espèce, et ceux qui fleurissent en juin et juillet, établissent par leurs caractères le passage à l'*U. Gallii*, dont la floraison commence vers la fin de juillet et dure jusqu'au commencement de l'hiver. L'*U. nanus* fleurit d'août en novembre, et ses fruits, se développant plus tard et ne pouvant mûrir pendant l'hiver, persistent jusqu'à l'été suivant; mais alors ils s'ouvrent comme ceux de l'*U. europæus*, et je dois avouer qu'à cet égard mes observations ne concordent pas entièrement avec celles de M. Gay. Au mois de juillet, l'*U. nanus* m'a présenté la majeure partie de ses fruits ouverts, et je me suis assuré que dans presque tous ceux qui étaient restés clos, les graines avaient été dévorées par des larves d'insectes. Je suis donc porté à croire que les fruits restent clos jusqu'à ce que la température soit assez élevée pour causer leur déhiscence, et qu'ainsi la durée de leur persistance sur la plante varie suivant l'époque de floraison.

Comme on peut le voir par ce qui précède, les *U. europæus*,

(1) Trattato degli alberi della Toscana, ed. 2, T. 1, p. 228.

Digitized by Google

U. Gallii, et *U. nanus*, présentent, dans nos contrées, de très nombreuses modifications dans leurs caractères spécifiques. Ainsi par exemple, on trouve l' *U. europæus* variant : — à fleurs d'un jaune pâle, ou d'un jaune orangé ; — à boutons globuleux-arrondis, ou allongés-comprimés ; — à indumentum très épais, ou rare —, blanc jaunâtre, ou brun roussâtre ; — à pédicelles plus courts que les feuilles florales, ou plus longs ; — à bractéoles contigües au calice, ou distantes ; — réniformes-arrondies, ou lancéolées-aigües, — très larges, ou étroites, — herbacées, ou scarieuses, — blanchâtres, ou vertes, ou brunes ; — à rameaux allongés robustes, ou grêles divariqués, — dressés, ou arqués-décombants ; — à épines recourbées, ou droites ; — à taille de 1 à 2 décimètres, ou de 3 à 4 mètres. On rencontre des variations analogues dans l'*U. Gallii* et l'*U. nanus*.

Des remarques qui précèdent, remarques basées sur des observations continuées pendant plus de quatre années, il résulte que les diagnoses des *U. europæus*, *U. Gallii*, et *U. nanus*, exactes dans un grand nombre de cas, deviennent insuffisantes et inexactes dans des circonstances tout aussi fréquentes, à cause de l'inconstance des caractères sur lesquels elles reposent. Ces observations démontrent également combien la délimitation des espèces est rendue difficile par suite de l'existence de ces nombreuses formes intermédiaires qui, passant insensiblement de l'une à l'autre, relient l'*U. nanus* à l'*U. europæus*. Que doit-on en conclure ? Faut-il, à l'exemple des auteurs anglais, s'autoriser de cette variation de caractères, pour n'admettre dans nos contrées qu'un type unique d' *Ulex*, possédant une faculté étonnante de transformation ? ou doit-on continuer à admettre comme espèces réellement distinctes, les trois *U. europæus*, *U. Gallii* et *U. nanus* ? La première opinion me paraîtrait très admissible et je m'y rangerais sans hésiter, si, dans toutes les contrées qu'ils

Digitized by Google

habitent, les ajoncs présentaient les mêmes intermédiaires que l'on observe à Cherbourg et en Angleterre; car alors je ne verrais aucun caractère sur l'immutabilité duquel on pût se fonder pour caractériser nettement même l'individualité des *U. europœus* et *U. nanus*. Mais il n'en est pas ainsi, et dans le centre de la France par exemple, les deux espèces, quoique croissant l'une près de l'autre, paraissent, suivant le témoignage de nombreux observateurs, conserver constamment leur individualité propre et leurs caractères distinctifs particuliers. Il semble donc rationnel d'admettre plusieurs espèces; mais en ce cas, je dirai que trois espèces ne sont pas suffisantes pour contenir les innombrables formes que présentent les Ulex, car si l'on rejette dans l'*U. Gallii* tout ce qui ne présente pas le type, soit de l'*U. europœus*, soit de l'*U. nanus*, on obtiendra une espèce composée d'éléments hétérogènes, et dont plusieurs auraient autant de droits à faire valoir au titre d'espèce, que l'*U. Gallii*, Planch.. Il est donc indispensable de rechercher si certaines modifications d'un organe ne correspondent pas toujours à des modifications d'autres parties de la plante,— s'il existe des différences réellement constantes entre certains caractères, quelque légères que soient ces différences; et à cet égard l'on ne pourra arriver à une certitude absolue, qu'en cultivant les diverses formes pendant plusieurs années consécutives, et en étudiant ainsi les modifications qu'elles pourront présenter. Je m'étais proposé de poursuivre ces expériences; mais le terrain que j'avais ensemencé ayant changé de destination, les loisirs m'ont manqué pour faire une nouvelle tentative. Je ne puis donc en ce moment formuler une opinion bien arrêtée sur cette question; je me bornerai à indiquer ici quelques unes des principales formes que j'ai remarquées dans nos environs, tout en m'abstenant de rien préjuger sur leur valeur spécifique.

Digitized by Google

1° Ulex (*U. europæus* type) taille élevée, robuste ; bractéoles larges, réniformes ou ovales, obtuses, contigües au calice; indumentum épais. Fleurit en hiver et au printemps.

2° U. semblable au précédent, mais à bractéoles écartées du calice, lancéolées, aigües, plus étroites; boutons ordinairement plus allongés et moins recouverts par les bractéoles. Fleurit surtout au printemps.

3° U. de même taille que le n° 1, à rameaux et épines très robustes, bractéoles très petites, calice légèrement pubescent; fleurs aussi grandes que celles de l'*U. europæus* type; à ailes longues, croisées à leur extrémité. Fleurit l'été dans les haies.

4° U. à fleurs ramassées en tête à l'extrémité des rameaux; bractées larges, très allongées, pointues; pédicelles 2 à 3 fois plus longs que la feuille florale; épines molles. (Serait-ce l'*U. strictus* Mack? Je ne connais pas de description détaillée de cette espèce.)

5° U. moins robuste, à rameaux grêles; bractéoles petites, souvent scarieuses, souvent distantes du calice; croît sur la lisière des bois. Juillet — septembre.

6° U. de moyenne taille, robuste, à rameaux arqués; bractéoles étroites. Landes de la Hague; août —octobre.— *U. Gallii,* type?

7° U. à rameaux couchés, à épines robustes le plus souvent droites, bractées petites, fleurs moyennes, d'un jaune vif. Fleurit de juillet jusqu'en hiver. Couvre toutes nos landes. *U. Gallii* ϐ. *humilis* Pl.?

8° U. exactement semblable, pour le port, au précédent avec lequel il croît souvent mêlé; mais il fleurit en hiver, il a les bractéoles plus larges, le calice plus velu, les fleurs plus grandes, et doit par conséquent être rapporté à l'*U. europæus*. Dans ces deux formes, le pédicelle est souvent plus long que la feuille florale.

Digitized by Google

9° U. de 2 à 3 pieds de hauteur, croissant au bord des fossés sur les landes et les plateaux élevés; rameaux très arqués-décombants, grêles; épines très grêles, le plus souvent arquées; fleurs moyennes. Fleurit en automne.

10° U. très grêle, mais à tige dressée de 2 à 3 pieds; fleurs très petites; automne. *U. nanus v. major*, Pl.?

11° *U. nanus* type, à tige couchée sur le sol; rameaux courts; épines courtes et peu vulnérantes; fleurs très petites. Automne.

Je terminerai cet article par quelques remarques sur la distribution des Ulex dans notre arrondissement. Quoiqu'il ne soit point rare de rencontrer les trois espèces croissant l'une près de l'autre dans la même localité, chacune d'elles cependant, a ses stations de prédilection, et semble guidée dans son choix par la nature des terrains; ainsi, l'*U. nanus* croît particulièrement dans les landes du Val-de-Saire qui reposent sur l'arkose, et s'avance sur les landes granitiques de la même contrée, mais il est très rare dans la Hague où l'arkose n'existe pas; sa préférence pour ce terrain est tellement marquée, que l'on ne commence à le rencontrer à l'est de Cherbourg, que sur la limite même de l'arkose, dans la lande de Tourlaville. L'*U. Gallii* préfère les grès, et couvre entièrement les landes de la Hague, où il remplace en quelque sorte l'*U. europæus*, que l'on ne retrouve en abondance qu'en s'approchant du littoral; et bien que ce dernier croisse partout et sur tous les terrains, cependant il semble se plaire plus particulièrement dans les terrains schisteux et granitiques.

Digitized by Google

ANALYSE

DES

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ

RÉDIGÉE PAR LE SECRÉTAIRE.

Séance du 14 mars 1853.

RAPPORT. — M. Payerne fait un rapport verbal sur une machine construite par M. l'abbé Lelandais, et dont l'auteur a adressé une description à la dernière séance. Cette machine a pour but de produire, à l'aide de la chute d'un poids, un mouvement de rotation prolongé pouvant être utilisé dans divers travaux de la campagne, tels que la fabrication du beurre, le chaulage des blés, etc. Bien que le principe de cette machine ne renferme rien de nouveau, comme le dit au reste l'auteur lui-même, le rapporteur, eu égard à la simplicité des dispositions adoptées, aux précautions prises par l'inventeur pour que cette machine fonctionne régulièrement, sans que l'on soit obligé d'introduire de précision dans le mécanisme, à la modicité du prix, enfin et surtout aux services que cette machine peut rendre dans les campagnes, propose à la Société de donner son approbation à cet appareil et dans conseiller l'usage. Ces conclusions sont adoptées.

Digitized by Google

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Température de l'espace planétaire.* — M. Emm. Liais communique à la Société un Mémoire sur la température de l'espace planétaire et la nature de la chaleur de l'espace. (Ce mémoire est imprimé page 248).

Séance du 21 mars 1853.

PHYSIQUE. — *Réactions magnétiques des courants électriques.* —M. Th. Du Moncel communique à la Société un travail relatif à des expériences sur les réactions magnétiques des courants, suivant la nature de la pile et la composition du circuit. (Ce travail est imprimé, page 168.)

PHYSIQUE. — *Modifications imprimées par les courants aux corps magnétiques.* — La Société entend la lecture d'une note de M. Th. Du Moncel sur les effets qu'exercent les courants électriques de différentes tensions et de sens différents, sur les corps magnétiques. (Cette note est imprimée page 121.)

BOTANIQUE. — M. Bertrand-Lachênée entretient la Société d'une herborisation qu'il a faite avec M. Le Jolis, le 24 février dernier, sur le littoral de la Hague. Parmi les plantes les plus intéressantes qu'ils ont trouvées, on remarque : le *Lecanora Chloroleuca*, Duby, trouvé à Querqueville, le *Grimmia maritima, Turn*, le *Bryum Alpinum*, L., et l'*Asplenium marinum*, L., trouvés sur les falaises de Gréville. — M. Bertrand-Lachênée annonce aussi qu'il a trouvé dans le Val-de-Saire, le *Calycium subtile*, Pers.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Anémographie électrique.* — M. Th. Du Moncel communique des détails sur un perfectionnement important qu'il a apporté à l'anémomètre électrique dont il a adressé la description à l'Institut l'année dernière. (Cet travail est imprimé page 199.)

Digitized by Google

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — Anémographie. — *Enregistrement du calme.* — M. Emm. Liais, entretient la Société d'un inconvénient que présentent les anémomètres dans lesquels la durée et la vitesse du vent sont enregistrées d'une manière indépendante. Cet inconvénient consiste en ce que, quand la vitesse du vent est nulle, la girouette reste fixée dans une direction quelconque par le calme, et alors l'appareil de durée enregistre comme si le vent soufflait réellement dans cette direction, de là une cause très grave d'erreur sur la durée des vents dans les lieux où le calme est fréquent. Dans un anémomètre à clepsydre qu'il a imaginé et dont il a adressé la description à l'Institut le 29 mars 1852, M. Liais a fait disparaître cet inconvénient. Dans l'appareil construit par M. Du Moncel, on peut également connaître la durée du calme, parceque cet appareil se compose en outre de l'anémomètre à compteur, d'un anémographe qui inscrit continuellement à chaque instant la direction et la vitesse du vent, de sorte que l'on peut toujours corriger les indications de l'anémomètre à compteur, à l'aide de celles de l'anémographe. Toutefois dans le cas où l'on voudrait se contenter de faire des anémomètres électriques à compteurs, M. Liais fait remarquer qu'il est très facile d'empêcher ces appareils d'enregistrer la durée du vent quand il cesse de souffler. Il suffit pour cela que le courant électrique que la girouette distribue, suivant la direction du vent, devienne nul quand le vent cesse. L'un des moyens les plus simples pour obtenir ce résultat consiste à disposer sur l'axe de la girouette un petit anémomètre à plaque et à faire passer le courant par cette plaque, mais de manière qu'il cesse de passer dans le cas de la verticalité, ce qui ne présente aucune difficulté. Si on craint les mouvements brusques de la plaque sous l'influence des bourrasques, on peut placer sur l'axe de la girouette, au lieu d'une plaque, un moulinet de Woltmann

Digitized by Google

additionnel, réagissant sur un très petit régulateur à force centrifuge placé dans une boîte. Ce régulateur agirait sur un interrupteur lorsqu'il viendrait à s'arrêter.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Chronoscopes et Chronographes électriques.* — M. Th. du Moncel communique un Mémoire sur les chronoscopes et chronographes électriques, dans lequel il décrit plusieurs nouveaux appareils de son invention. (Ce mémoire est imprimé page 222.)

Séance du 11 avril 1853.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Enregistreurs météorologiques.* — M. Th. du Moncel communique à la Société un travail sur les enregistreurs météorologiques, renfermant la description de l'anémographe électrique qu'il installe à l'Observatoire de Paris. (Ce travail est imprimé page 193.)

BOTANIQUE.—M. Le Jolis communique quelques observations nouvelles sur la végétation des laminaires et en particulier sur le *Laminaria digitata*, Auct. Parmi les diverses formes rapportées à cette dernière espèce, et qui croissent sur les rochers de Cherbourg, M. Le Jolis a reconnu deux types bien distincts qui, selon lui, doivent être élevés au rang d'espèces. Il donne une description comparée de ces deux plantes dont les caractères spécifiques sont tirés principalement de la structure du stipe et du mode de renouvellement de la fronde. Ces observations seront complétées dans une prochaine séance.

PHYSIQUE. — *Armatures.* — M. Emm. Liais entretient la Société des résultats de diverses expériences qu'il vient de faire sur les poids supportés par des armatures de diverses dimensions, sous l'action d'un même électro-aimant. Dans les limites d'épaisseur où il a expérimenté, il a reconnu que pour des armatures de même longueur, les poids supportés

Digitized by Google

croissent comme la racine cubique de la surface exposée à l'induction, la troisième dimension de l'armature restant constante. Ils croissent comme la racine carrée de cette troisième dimension, si on la fait varier, en rendant constante la surface exposée à l'induction, c'est-à-dire, en contact avec les pôles de l'électro-aimant. Il est probable que ces lois sont modifiées pour de très grandes largeurs et de très petites épaisseurs des armatures. Les expériences ont été faites avec un électro-aimant dont les branches ont trois centimètres de diamètre, et avec des armatures dans les épaisseurs et les largeurs variaient de 1 à 4 centimètres.

PHYSIQUE. — *Pile électrique.* — M. Emm. Liais communique en outre à la Société les résultats d'expériences qu'il a faites avec M. L. Fleury, sur la substitution de la fonte de fer au zinc amalgamé dans la pile de Bunsen. Ces expériences faites avec deux sortes de fonte ont donné de très bons résultats. Pour prévenir l'oxydation de la fonte, on la plonge un instant dans une eau alcaline après qu'on a arrêté la pile. La tension de la pile est presque aussi grande avec la fonte qu'avec le zinc amalgamé. La petite réduction qu'elle éprouve, sera mesurée avec exactitude. Le bas prix de la fonte comparativement à celui du zinc almagamé, permettra donc de produire de l'électricité avec une grande réduction de dépense. MM. Liais et Fleury ont aussi essayé l'emploi du cuivre, proposé par un constructeur d'instruments, au lieu du zinc amalgamé, mais ils n'ont obtenu qu'une pile très faible et beaucoup plus dispendieuse que la pile à zinc amalgamé.

PHYSIOLOGIE.—*Influence de l'air comprimé sur l'homme.* — M. Payerne lit un Mémoire sur l'influence de l'air comprimé sur l'homme, considéré sous quelques points de vue inétudiés. (Ce mémoire est imprimé page 145.)

PHYSIQUE. — *Courants d'induction.* — M. Th. du Moncel communique à la Société la description d'un commuta-

Digitized by Google

teur de son invention pour un appareil d'induction destiné à charger un condensateur. La pièce principale de ce commutateur est une bascule en fer doux, formant interrupteur de De la Rive. Avec cet interrupteur, il y a dans le fil induit production de courants de sens opposé, au moment de la rupture et du rétablissement du circuit, mais par une disposition très simple et qu'il serait toutefois difficile de faire concevoir sans figure, l'auteur parvient à régulariser le courant induit, en amenant toujours une même électricité à chacun des bouts du conducteur de ce courant.

PHYSIQUE. — *Pile électrique.* — M. Du Moncel décrit en outre une pile où le zinc est remplacé par du fer en éponge, et dans laquelle on peut supprimer l'acide nitrique de manière à former une espèce de pile à la Wollaston avec fer spongieux et charbon plongeant dans de l'eau acidulée.

Séance du 9 mai 1853.

MÉDECINE. — *Emploi du chloroforme comme fébrifuge.* — M. Delioux de Savignac lit un Mémoire sur les propriétés fébrifuges et anti-périodiques du chloroforme. (Ce mémoire est imprimé page 129.)

BOTANIQUE. — *Fécondation des fucacées.* — M. G. Thuret communique à la Société un Mémoire sur la fécondation des fucacées. (Ce mémoire est imprimé page 161).

PHYSIQUE. — *Effets statiques et dynamiques des aimants.* — M. Th. Du Moncel présente des considérations sur la manière dont il convient d'envisager les effets statiques et dynamiques des aimants. (Ce travail est imprimé page 152.)

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Tension de la vapeur d'eau dans l'atmosphère, suivant la latitude.* — M. Emm. Liais donne verbalement communication de ses recherches sur la loi de la variation de la tension de la vapeur d'eau nécessaire

Digitized by Google

pour saturer l'atmosphère aux différentes latitudes, loi qui influe puissamment sur la distribution des vents à la surface du globe, et sur le décroissement que l'on remarque dans les oscillations régulières du baromètre quand la latitude augmente. L'auteur rappelle qu'il a démontré antérieurement que, si l'on appelle l la latitude, la température moyenne de chaque parallèle se déduit de la formule $56°,7 \cos l - 28°,8$. En prenant, d'après la table d'August, la tension de la vapeur d'eau nécessaire pour saturer l'atmosphère sous chaque parallèle, d'après la température déterminée par cette formule, on trouve que ces tensions sont représentées en millimètres par la formule empirique :

$$28,81 \cos^3 l + 0,55 \sin l + 0,23 \sin 2l - 0,70 \sin 4l + 0,10 \sin 6l.$$

Le terme principal de cette formule décroît comme le cube du cosinus de la latitude, et par conséquent, comme la période diurne du baromètre, ainsi que l'auteur l'a démontré précédemment.

Séance du 13 juin 1853.

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence de la lune sur la pluie.* — M. Emm. Liais annonce à la Société qu'il a voulu s'assurer si l'influence de la lune sur le temps, que manifestent des observations faites en Allemagne et au centre de la France, ainsi que l'a démontré M. Arago, existe également sur le bord de la mer. Pour cela, il a recherché dans le journal de ses observations météorologiques faites à Cherbourg pendant les années 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, le nombre de jours de pluie pendant la période d'accroissement de la lune, et pendant la période de diminution. Ces deux nombres diffèrent peu de l'égalité, l'un étant 494 et l'autre 483, et ils sont très éloignés du rapport de 6 à 5, reconnu sur plusieurs points de l'intérieur. En prenant au contraire le nombre de

Digitized by Google

jours de pluie pendant les 7 jours les plus voisins du périgée et les 7 jours les plus voisins de l'apogée, on trouve, que la pluie est plus fréqueute par lune périgée que par lune apogée, comme dans l'intérieur de l'Allemagne. En Belgique, pays peu éloigné de la mer, l'influence des phases de la lune diffère aussi beaucoup des résultats annoncés pour l'Allemagne par Schubler, comme l'a fait voir M. Quételet, les périodes d'accroissement et de diminution de la lune fournissant des résultats identiques. Des circonstances locales, parmi lesquelles semble figurer d'une manière importante le voisinage de la mer, modifient donc puissamment l'action de la lune sur le temps. On conçoit assez bien l'influence du voisinage de la mer, car les maxima diurnes d'humidité sont peu marqués sur les côtes, et alors l'heure du passage de la lune au méridien ou à un vertical quelconque, quelleque soit d'ailleurs son action sur l'atmosphère, ne peut guère influer sur la condensation des vapeurs, comme cela paraît avoir lieu dans l'intérieur, où l'humidité varie beauconp suivant l'heure de la journée. Ainsi, en Allemagne, d'après les observations de Schubler, c'est précisément au 2e octant, c'est-à-dire, quand la lune passe au méridien supérieur à l'instant du maximum d'humidité du soir, qui est celui où l'atmosphère renferme le plus de vapeur d'eau, que se produit le maximum de pluie, et le minimum de pluie a lieu au premier quartier, c'est-à-dire, quand le passage méridien se fait à l'heure où l'atmosphère renferme le moins de vapeur. Quant à l'influence du périgée, on s'explique très bien qu'elle doit exister sur les côtes, du moment où elle existe dans l'intérieur des terres, car, puisque le voisinage de la lune semble être une cause de condensation des vapeurs dans l'intérieur, on n'aperçoit pas pourquoi il en serait autrement près de la mer. L'auteur conclut en remarquant que les faits curieux développés par l'illustre

Digitized by Google

directeur de l'Observatoire de Paris dans l'Annuaire du bureau des longitudes de 1833, semblent indiquer que le passage de la lune au méridien supérieur détermine une condensation des vapeurs, et que l'absence d'influence de la phase, sur les côtes ne prouve rien contre les conclusions que l'on peut tirer de cette notice; au contraire, elle les confirme. L'absence de toute influence de la lune au méridien inférieur, indique bien que la cause de cette condensation n'est pas dans un courant ascendant déterminé par l'attraction lunaire. Comment donc expliquer ce fait? Dans l'état actuel de la science, il est bien difficile de répondre à cette question, car on ne peut concevoir cette condensation qu'en supposant un courant ascendant déterminé par un rayonnement calorifique, analogue à celui des sources de basse température, rayonnement qui échaufferait, et par suite dilaterait à peu près exclusivement les régions supérieures de l'atmosphère, qui se répandant alors sur les régions voisines, diminueraient la pression sur les couches inférieures; cela s'accorderait très bien avec l'influence de la lune sur le baromètre, signalée par M. Flaugergues; mais il est difficile de concevoir, de la part de notre satellite, un rayonnement semblable, assez puissant pour donner lieu à l'effet observé. Faudrait-il donc admettre que la région éthérée qui environne la lune, et la résistance qu'elle éprouve de la part de l'éther, fûssent la source de cette chaleur, qui se trouverait alors comprise pour nous dans le rayonnement de l'espace?

Digitized by Google

SUR LES

ÉLECTRO-MOTEURS,

Par M. Th. du MONCEL.

La question des électro-moteurs occupe en ce moment bien des têtes, et à l'ardeur que l'on déploie pour résoudre le problème, on dirait qu'il ne s'agit rien moins que de la découverte de la pierre philosophale en mécanique. Sans doute, la création d'un moteur inexplosible qui n'aurait besoin de personne pour avoir sa marche entretenue, que l'on pourrait placer en tel endroit qu'il conviendrait, sans nécessiter un emplacement particulier, que l'on pourrait faire fonctionner avec plus ou moins de force, suivant les divers travaux auxquels on voudrait le soumettre, enfin, dont le matériel serait peu encombrant, sans doute, dis-je, la découverte d'un pareil moteur serait très importante, surtout pour les petites industries. Mais il ne faut pas se faire trop d'illusions à cet égard; ce n'est pas dans les perfectionnements et les combinaisons mécaniques qu'il faut chercher la solution du problème, c'est bien plutôt dans l'affranchissement des inconvénients qui sont inhérents à la force électro-motrice elle-même. Or, ces inconvénients sont tellement complexes, et les effets qui en sont les conséquences

Digitized by Google

sont tellement contradictoires, qu'on peut presque dire que les moteurs qui réussissent le mieux en petit, sont précisément ceux qui donnent les plus mauvais résultats en grand, quand, toutefois, ils en donnent, ce qui n'arrive pas toujours. Une foule de personnes, tant en France qu'en Allemagne, en Angleterre et en Amérique, et, en particulier, MM. Froment et Jacobi, ont dépensé beaucoup d'argent pour la construction de ces moteurs; moi-même j'ai fait de nombreuses expériences en grand, et nous sommes tous arrivés à la même conclusion. C'est que la force électro-motrice n'est susceptible d'application que dans des limites très restreintes qui ne doivent pas dépasser celles de l'horlogerie. Quoiqu'il en soit, voyons comment on a pu combiner les effets physiques de l'électricité de manière à les faire réagir sur un moteur.

Tous les effets du fluide électrique, susceptibles d'imprimer à un corps une direction ou de développer une force attractive ou répulsive, peuvent être combinés mécaniquement, de manière à former un moteur électrique. Ainsi, les effets des courants électriques les uns sur les autres, l'action des courants sur les aimants, et réciproquement l'action des aimants sur les courants, l'action des aimants temporaires sur les corps magnétiques non-aimantés peuvent, si l'on augmente suffisamment la force électrique et la grosseur des pièces qui en subissent l'action, donner lieu à des moteurs électro-dynamiques. On conçoit, en effet, que possédant, par l'intermédiaire de l'électricité, une force susceptible d'être détruite dans un instant donné, puisqu'il ne s'agit pour cela que d'interrompre le courant, il suffit d'un mécanisme bien simple pour traduire l'impulsion à laquelle elle donne lieu en mouvement circulaire continu.

Si la force électro-motrice, comme la vapeur, était susceptible de croître avec les éléments qui la font naître, si

Digitized by Google

l'action dynamique pouvait s'exercer à une certaine distance avec la même intensité, si, enfin, le fluide électrique ne réagissait pas par induction, de manière à exercer un effet contraire à celui qu'il est appelé à produire, le problème des électro-moteurs serait depuis longtemps résolu, car jamais combinaisons mécaniques plus ingénieuses n'ont été imaginées; mais il est loin d'en être ainsi, et, en outre de ces obstacles, sont venus s'en ajouter d'autres qui tiennent à la nature même des corps : d'abord le défaut de *rigidité* qui est la conséquence naturelle de leur élasticité; en second lieu l'oxydation de l'interrupteur par l'étincelle électrique qui détériore ce mécanisme et empêche la parfaite continuité des communications métalliques; enfin, la stabilité de l'*effet à distance* pour un puissant aimant comme pour un très faible. Tous ces obstacles qui s'opposent à la marche des électro-moteurs de grande dimension, n'existent pas pour les petits, car les éléments dynamiques restent à peu près les mêmes; ce qui peut être une grande course pour un petit moteur en est une très faible pour un grand; ce défaut de rigidité qui détruit le bénéfice des effets à petite distance, ne se fait pas sentir pour de faibles forces et de petits bras de levier; enfin, l'étincelle d'un faible courant ne détruit aucunement les communications métalliques. C'est pourquoi les électro-moteurs de petit modèle ont toujours réussi, et les grands ont toujours été pour les inventeurs un sujet de déception.

Electro-moteurs fondés sur les réactions réciproques des courants tant magnétiques qu'électriques.

La roue de Barlow, l'appareil de Faraday pour la rotation des aimants sous l'influence de courants dirigés dans un sens convenable, le tourniquet magnétique de M. Th. du Moncel,

Digitized by Google

fondé sur les réactions des courants verticaux sur l'aiguille aimantée, l'appareil à piles sèches de Zamboni et une foule d'autres instruments de ce genre sont, dans l'acception véritable du mot, autant d'électro-moteurs. Cependant, comme ils ne sont pas capables de produire une force appréciable, et comme les combinaisons mécaniques n'entrent en rien dans leur construction, nous les distinguerons essentiellement des électro-moteurs dont nous allons parler.

Electro-moteurs à hélices oscillantes de M. Th. du Moncel. — Ce petit appareil, construit avec une grande perfection par M. Mirand, a fonctionné l'année dernière sur le bureau de l'Académie des sciences. Il est fondé sur l'attraction exercée par les solénoïdes sur le fer doux.

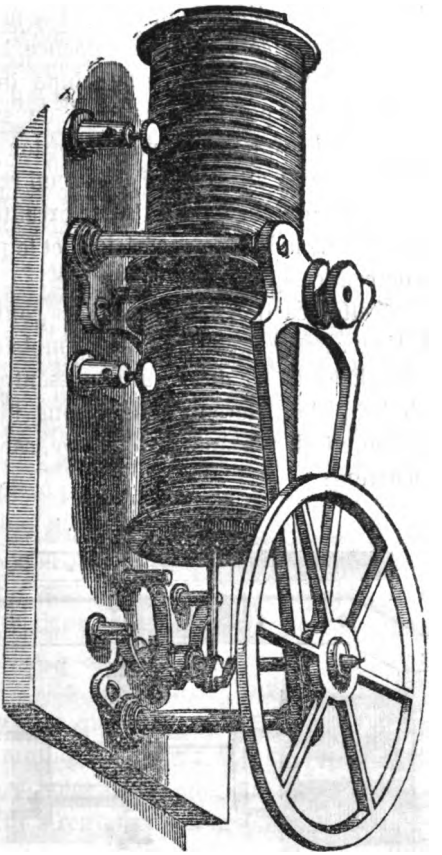
Qu'on se figure deux bobines recouvertes de gros fil et reliées entre elles de manière à constituer un seul et même cylindre, dans lequel puisse circuler un cylindre de fer; on comprendra que le courant se trouvant distribué à propos et alternativement dans l'une et l'autre de ces bobines, le cylindre mobile de fer se trouvera tour à tour attiré et entrera dans un mouvement oscillatoire que l'on pourra rendre assez étendu par l'alongement des bobines. Ce cylindre formera donc comme le piston d'une machine à vapeur dont il suffira d'articuler la tige à une manivelle pour transformer son mouvement de va-et-vient en mouvement circulaire continu.

Pour mettre en rapport le système moteur avec cette transformation de mouvement, la mécanique fournit plusieurs moyens : celui que j'ai préféré est la suspension équilibrée du système sur deux pointes. Alors les bobines peuvent osciller et suivre la manivelle dans ses écarts en dehors de leur axe, ce qui donne à l'instrument l'apparence d'une machine à vapeur à cylindre oscillant.

L'axe de la manivelle porte un volant destiné à entretenir le mouvement, et un mécanisme appelé *commutateur*,

Digitized by Google

composé de deux excentriques isolées métalliquement l'une

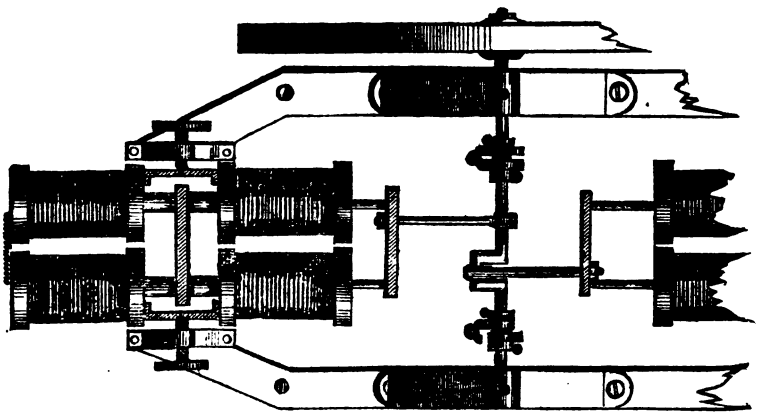


de l'autre, pour le renvoi alternatif du courant dans les bobines. A cet effet, ces excentriques, mises en rapport avec l'un des pôles de la pile par l'intermédiaire des fils des bobines, sont placées en sens inverse l'une de l'autre; mais

Digitized by Google

un frotteur d'argent assez large pour s'appliquer sur les deux à la fois, en les supposant tournées du même côté, est en rapport direct avec l'autre pôle de la pile. Or, si ce mécanisme est tellement disposé que ce frotteur commence à toucher l'excentrique en rapport avec le fil de la bobine inférieure, quand la manivelle est au point le plus élevé de sa course, il arrive que le courant réagit sur le cylindre piston et l'attire jusqu'à ce que la manivelle ait accompli une demi révolution; mais en ce moment le frotteur touche l'autre excentrique qui reporte le courant dans la bobine supérieure, et le piston remonte pour redescendre après et ainsi de suite.

Pour favoriser cette réaction mécanique des courants sur le fer, j'ai adapté aux deux extrémités de l'ensemble des deux bobines, deux rondelles de fer doux qui réagissent magnétiquement sur le fer piston, devenu aimant sous l'influence du courant; l'action est alors beaucoup plus vive, car les deux effets sont concurrents.



Dans un autre système à double effet et à quatre pistons,

Digitized by Google

j'ai encore tiré un meilleur parti de ces dernières réactions magnétiques, en coupant en deux les pistons et en réunissant les bouts deux à deux, par une rondelle épaisse de cuivre, alors, chaque bobine, au lieu de n'avoir qu'une rondelle de fer doux, en a deux. Il en résulte que les cylindres pistons non-seulement ne sont plus gênés dans leur mouvement par leur réaction magnétique, lorsqu'ils vont d'une bobine à l'autre, mais qu'ils peuvent encore réagir par leurs deux pôles à la fois sur les rondelles de la bobine vers laquelle ils marchent.

Électro-moteur à une seule bobine. — Ce moteur, d'ailleurs d'une très faible puissance, est fondé sur l'attraction de deux courants électriques marchant dans le même sens, et leur répulsion quand ils marchent en sens contraire. Qu'on suppose, dans le moteur décrit précédemment, les deux bobines réunies en une seule, et le cylindre de fer remplacé par un tube de cuivre dans lequel aura été introduite une hélice métallique suffisamment isolée, et l'on aura une idée assez exacte de ce genre de moteur, car le même commutateur peut être employé, sauf qu'au lieu d'un ressort appuyé sur les deux excentriques, il y en a 4 qui rencontrent chacune d'elles à chaque demi révolution. Alors, les extrémités de l'hélice intérieure aboutissent aux boutons en rapport avec ces quatre ressorts frotteurs, et l'hélice extérieure communique directement, ainsi que les deux excentriques, aux pôles de la pile. Ce mécanisme constitue un commutateur à renversement de pôles.

Moteurs fondés sur les réactions réciproques des aimants temporaires et des aimants persistants.

L'idée d'économiser la force électrique par les réactions des aimants temporaires sur les aimants persistants, dont le

Digitized by Google

courant magnétique est sans cesse en activité, n'est pas nouvelle, bien que plusieurs personnes croient trouver dans cette combinaison une mine inexploitée. L'électro-moteur de Richiée qui paraît être le premier appareil créé dans le but de fournir un mouvement de rotation, sous l'influence électro-magnétique, est précisément fondé sur ce principe.

Dans cet instrument, l'aimant persistant est dissimulé; il se trouve fixé dans le socle ou la planchette qui soutient le mécanisme. Au-dessus des pôles de cet aimant est placé un électro-aimant qui, en raison de sa monture sur un pivot, peut tourner sur lui-même. Un commutateur à renversement de pôles est fixé sur la broche qui sert de pivot, et se trouve tellement disposé que, quand les pôles de l'électro-aimant viennent en s'approchant des pôles de l'aimant persistant, ils se trouvent de nom contraire à ceux-ci, et que, quand ils doivent s'en éloigner, ils sont de même nom. Dans le premier cas, il y aura donc une attraction échangée entre les deux aimants; puis une répulsion succèdera, et comme l'une fait suite à l'autre dans le même sens, il en résultera un mouvement de rotation continu.

On conçoit qu'en remplaçant l'aimant persistant par un électro-aimant, on devra obtenir une action plus forte.

Électro-moteur de M. Weare. — Nous avons déjà décrit les horloges électriques de M. Weare. Celle dont le pendule oscille entre les pôles d'un aimant fixe, est précisément le principe de l'électro-moteur en question. Nous supposerons, seulement, qu'au lieu d'un aimant il y en ait deux, et qu'entre ces deux aimants oscille à l'extrémité d'une tige verticale un double système d'*électro-aimants droits*.

Avec cette disposition, il est facile de comprendre qu'une bielle, articulée à la tige oscillante et à la manivelle d'un volant, pourra transformer en mouvement circulaire continu le mouvement oscillatoire de cette espèce de balancier. De

Digitized by Google

plus, l'axe du volant pourra porter lui-même le commutateur qui doit changer alternativement les pôles des aimants temporaires, pour que ceux-ci étant de nom contraire, puis de même nom que les pôles des aimants fixes vers lesquels ils se dirigent, il y ait une répulsion faisant suite à une attraction.

On a fait, depuis, beaucoup d'autres systèmes analogues, mais ils pèchent tous par leur base : d'abord par la faiblesse de l'action magnétique des aimants persistants et, en second lieu, parce que les pôles des aimants temporaires droits, en devenant de même nom que ceux des aimants fixes lorsqu'ils sont rapprochés, réagissent statiquement sur eux et les désaimantent. Ce serait donc une erreur de chercher la solution du problème des électro-moteurs dans cette disposition électro-magnétique.

Moteurs fondés sur l'attraction du fer par les électro-aimants.

Cette catégorie de moteurs est celle qui a fourni le plus de modèles, et les appareils les plus ingénieux. M. Froment, surtout, s'est particulièrement distingué dans leur construction. On peut diviser ce genre de moteurs en trois classes : 1° les moteurs à mouvement alternatif; 2° les moteurs à mouvement de rotation directe; 3° les moteurs à mouvements combinés.

PREMIÈRE CLASSE.

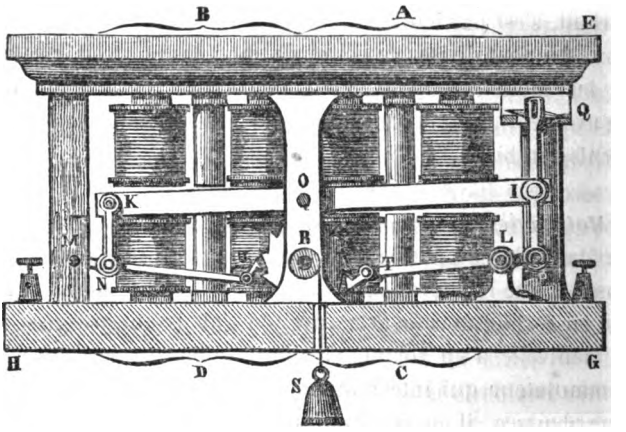
Moteur de M. Froment, à simple effet.—Une armature de fer étant placée à portée d'un électro-aimant se trouve attirée aussitôt que le courant passe dans cet aimant; mais, si l'on fait en sorte que cette armature, en s'abaissant, réagisse sur la manivelle d'un volant, et que l'axe de ce volant porte un commutateur qui interrompe le courant au moment où elle sera abaissée, il en résultera que le volant, en raison de sa

Digitized by Google

vitesse acquise, relèvera l'armature, et celle-ci pourra se retrouver bientôt en position d'être de nouveau attirée. Mais, comme l'attraction des armatures ne peut avoir d'effet profitable qu'à une petite distance, et comme, d'un autre côté, la transformation du mouvement exige une bielle suffisamment développée, force est donc d'amplifier l'écart des pièces qui subissent l'attraction par des systèmes de leviers que l'on peut combiner de mille façons différentes (1). Dans l'appareil de M. Froment, la partie libre de l'armature est articulée à une tige verticale. Cette tige appuie sur un petit levier soudé sur un axe horizontal qui porte lui-même un autre levier cinq fois plus grand. C'est à ce levier, retourné en dedans de l'appareil, que se trouve articulée la bielle du volant dont l'axe passe au-dessus de la ligne équatoriale de l'électro-aimant.

En disposant au-dessus de l'armature de cet appareil un autre électro-aimant, on pourrait obtenir un moteur alternatif à double effet qui aurait plus d'énergie.

Il va sans dire que plusieurs systèmes d'électro-aimants



(1) Cette amplification de l'écart par les leviers, diminue à la

peuvent être ajoutés les uns à côté des autres, et même combinés, non-seulement de manière à faire un moteur à double effet, comme le précédent, mais, même, un moteur à quadruple effet. Dans ce cas, l'armature constitue un véritable balancier, et la roue à rochet peut être employée, si l'on veut, pour la transformation du mouvement.

Moteur à double effet et à deux manivelles. — Cet instrument, par sa disposition, a un peu d'analogie avec les machines des bateaux à vapeur. Comme dans ceux-ci, en effet, les deux manivelles de l'axe du volant sont à mouvement contrarié, et les électro-aimants qui agissent directement sur elles, par l'intermédiaire d'une longue tige articulée à leur armature, sont placés parallèlement entre eux et fonctionnent alternativement. Le commutateur est pris sur l'axe du volant.

DEUXIÈME CLASSE.

Moteurs à mouvement direct.— M. Froment a construit une foule de modèles de ce genre de moteurs ; d'autres l'ont imité plus ou moins ; mais, quelle que soit la disposition mécanique qu'on leur donne, ils se composent toujours d'une roue armée de palettes de fer plus ou moins larges, plus ou moins espacées, à portée desquelles se trouvent des électro-aimants simples ou à pôles multiples. Ces électro-aimants, en nombre plus ou moins grand, se trouvent disposés tangentiellement à la roue, et reçoivent le courant, soit successivement, et chacun en particulier, soit plusieurs à la fois et par séries. La position des palettes sur la roue et leur écart des électro-aimants sont intimement liés à cette distribution. Mais, dans tous les cas il faut que les palettes qui doivent être attirées ne soient guère plus distantes d'un centimètre des électro-aimants qui

vérité la force, mais cette diminution est bien plus que compensée par la réduction de l'écart.

Digitized by Google

doivent agir sur elles, et que le courant soit interrompu au moment où ces palettes passent devant ces électro-aimants. Le commutateur est placé sur l'axe de la roue, il peut être plus ou moins compliqué. En général, il consiste dans des roues dentées, en correspondance avec chaque série d'électro-aimants qui doivent agir en même temps, et le nombre de dents de ces roues est précisément le même que celui des plaques; il faut seulement que chacune de ces dents soit, à l'égard de l'intervalle qui les sépare, dans le rapport de la distance d'attraction des palettes de fer à l'espace dont elles sont écartées l'une de l'autre, car les ressorts frotteurs, qui appuient sur ces roues n'établissent le courant que quand ils touchent la dent. On comprend, d'après cela, que les dents des différentes roues commutateurs ou les ressorts frotteurs ne doivent pas se correspondre et que, pour que les attractions des différents systèmes attractifs puissent se succéder, il faut qu'elles soient disposés de manière à ce que quand l'un des frotteurs abandonne une dent, le suivant en reprenne une sur la roue qui lui correspond. Par la même raison, les intervalles des électro-aimants doivent être calculés de manière à ce que quand une des palettes de la roue motrice passe devant le système attractif qui vient d'agir, le système suivant soit à portée d'attraction de la palette qui se présente en ce moment.

Dans un grand électro-moteur de ce genre que j'ai fait construire, j'ai rendu la course attractive des palettes beaucoup plus considérable qu'on ne le fait ordinairement, par une disposition particulière dont voici le principe. Si vous présentez à un électro-aimant fixe une armature plate de manière que l'attraction se fasse dans le sens de la ligne équatoriale de l'aimant, et si cette armature est tellement disposée qu'elle ne puisse céder à l'attraction normale, il arrivera que celle-ci sera entraînée avec force jusqu'à ce que sa ligne moyenne coïn-

Digitized by Google

cide avec la ligne axiale des pôles de l'aimant. Si donc, les pôles d'un électro-aimant et son armature ont un diamètre considérable, cette dernière étant libre de se mouvoir dans le sens équatorial, pourra acquérir, par ce moyen, une course attractive très étendue.

En conséquence de ce principe, au lieu d'enrouler le fil de mes électro-aimants sur une bobine, je l'ai enroulé directement sur le fer, en ayant soin de souder à l'extrémité de chaque branche un rebord épais, également en fer. Or, ce rebord, tout en augmentant la surface de ses pôles, pouvait donner à l'aimant une action attractive, latérale et directe. De plus, comme cette action pouvait s'exercer sur la partie de l'armature posée de champ, elle devenait plus efficace. Avec cette disposition, j'ai obtenu quatorze centimètres de sphère d'attraction pour chaque électro-aimant de mon moteur. Par conséquent, au lieu d'interrompre le courant au moment où l'armature doit passer devant les pôles de l'aimant, je ne fais cette interruption qu'au moment où elle se trouve symétriquement placée par rapport à leurs bords. Le seul inconvénient de ce système est la flexion des supports des électro-aimants sous l'effet de l'attraction normale, ce qui nécessite un écart plus considérable entre les palettes et les électro-aimants.

Pour atténuer les inconvénients résultant de l'étincelle électrique et de la formation des courants d'induction, j'ai disposé mon commutateur de manière qu'un peu avant le renvoi et la suspension du courant dans les électro-aimants, il y ait une bifurcation du circuit; alors les interruptions du courant ne se faisant plus que sur des courants dérivés, l'étincelle se trouvait diminuée des trois quarts de son intensité. M. Froment, du reste, est parvenu à la supprimer presque entièrement, mais il n'a pas fait connaître son procédé. Quoi qu'il en soit, l'application au commutateur des

Digitized by Google

appareils dont nous venons de parler, du condensateur que M. Fizeau a adapté à la machine de Rumkorff, doit détruire complétement le courant et l'étincelle d'induction, ce qui serait déjà un grand avantage.

Les plus grands moteurs électro-magnétiques de M. Froment ont été construits dans le système de la rotation directe; il en a fait usage pour mettre en mouvement les petits tours de ses ateliers et ses machines à diviser. (1) Un de ceux qu'il a construits pour la Sorbonne, a été approprié, sur la demande de M. Pouillet, aux expériences d'acoustique. Mais, pour ces différents usages, la régularité parfaite du mouvement était une condition indispensable; et, comme la pile, en s'usant, était loin de la fournir, il a fallu ajouter à ces instruments des régulateurs de vitesse analogues à ceux des machines à vapeur. Ceux que M. Froment a adoptés sont fondés sur les effets de la force centrifuge; ils se composent de deux branches de compas à articulation libre, terminées par deux boules de plomb. Ces branches sont liées en même temps par des tiges articulées à un collier mobile le long de l'axe vertical sur lequel elles sont montées. Le système entier étant mis en rapport avec le moteur, participe à son mouvement, et les boules de plomb, en tournant, se trouvent écartées de la verticale. Si le mouvement augmente, cet écartement devient plus considérable, si, au contraire, il se ralentit, les boules se rapprochent. Or, comme ces divers degrés d'écartement se traduisent par l'ascension ou la descente du collier auquel elles sont liées, on conçoit qu'un charbon de pile

(1) Ces machines sont tellement parfaites, que M. Froment a pu diviser un millimètre en mille parties égales, et écrire son nom et son adresse dans un espace encore plus limité. Ces divisions sont d'un usage fréquent pour les recherches microscopiques et astronomiques; elles se font en général sur verre.

Digitized by Google

de Bunzen, fixé à ce collier à distance convenable, peut plus ou moins plonger dans le vase poreux d'une pile supplémentaire. Si le charbon plonge entièrement, ce qui suppose au moteur un mouvement assez lent, la pile supplémentaire est dans toute sa force, et elle augmente l'intensité du courant qui agit sur le moteur; alors celui-ci a sa vitesse accélérée. Si, au contraire, il ne plonge que fort peu, la pile supplémentaire n'agit pas et l'intensité du mouvement du moteur diminue.

On a souvent pensé et on a même essayé de faire marcher des barques et des petites voitures par l'intermédiaire des électro-moteurs. M. Jacobi, en Russie, avait même établi ses expériences sur la plus grande échelle. Aucun de ces essais n'a réussi, mais quand bien même on arriverait à trouver dans l'électro-magnétisme une force économique, elle ne pourrait être employée dans ce but, à cause du poids énorme qu'il faut donner aux machines pour développer une grande quantité de magnétisme, le grand moteur que j'ai fait construire et dont j'ai parlé précédemment, pesait plus de cinq cents kilog., et à peine produisait-il la force d'un homme.

L'application la plus utile que j'aie jusqu'à présent faite des électro-moteurs, est leur emploi pour les travaux de la passementerie. Avec un petit modèle mis en mouvement par deux éléments de Bunzen, j'ai pu recouvrir de soie ou de coton quatre-vingt-dix mètres de fil de cuivre dans une heure, C'est déjà, comme on le voit, un résultat avantageux, surtout pour les expériences de physique où l'on a besoin à chaque instant de ces sortes de fils.

TROISIÈME CLASSE.

Moteurs à mouvements combinés. — Plusieurs constructeurs, et, entr'autres, MM. Froment, Page, Bourbouze, etc., ont essayé d'amplifier la force électro-motrice en

Digitized by Google

combinant entre elles les différentes actions dynamiques et statiques auxquelles elle donne lieu. C'est ainsi que M. Bourbouze, ou plutôt MM. Breton frères (car ils ont la priorité sur M. Bourbouze) a réuni l'attraction des hélices à l'attraction des électro-aimants, en faisant entrer dans deux longues bobines enroulées de fil métallique deux doubles fers d'électro-aimants dont l'un étant mobile *sert de piston et agit sur un balancier pour la transformation du mouvement.* C'est encore ainsi que M. Froment, voulant utiliser la force perdue par la résistance des électro-aimants fixes de ses appareils à mouvement de rotation directe, les a disposés eux-mêmes sur un tambour mobile, pour tourner en même temps que le tambour portant les armatures. Alors les mouvements se trouvaient combinés ensemble, par l'intermédiaire d'un engrenage. Cette disposition lui a permis d'agir sur 3 et même 4 systèmes de tambours à armatures, avec un seul système d'électro-aimants mobiles. Mais, de tous ces systèmes à mouvements combinés, le plus ingénieux est celui dans lequel M. Froment a combiné le système d'attraction normale à petite distance avec le système de mouvement de rotation directe.

Pour s'en faire une idée, qu'on imagine, l'une dans l'autre, deux circonférences ou cerceaux concentriques de cuivre, formant un système fixe, et portant, dans leur intervalle de séparation, une série d'électro-aimants disposés suivant le rayon des cercles. Ces électro-aimants dont les pôles se font jour au travers de la plus petite des deux circonférences, se trouvent échelonnés deux à deux, transversalement, au dedans du système. A l'intérieur de cette espèce de couronne d'électro-aimants, sera disposée la roue mobile qui portera les armatures de fer doux en nombre égal à celui des électro-aimants. Cette roue est destinée à tourner à l'intérieur de la circonférence interne, et se trouve liée à l'arbre moteur

Digitized by Google

par une manivelle dont la partie excentrique passe par son centre. Le commutateur est sur l'arbre moteur et renvoie successivement le courant d'un électro-aimant au suivant. Or, voici ce qui arrive quand l'appareil fonctionne: l'armature de la roue mobile qui a subi l'effet de l'électro-aimant possédant le courant, a rapproché cette roue de la partie correspondante de la circonférence intérieure de telle sorte que l'armature en prise occupe le point de tangence. Mais en ce moment le courant est rompu et l'électro-aimant suivant, en attirant l'armature correspondante placée alors presque normalement au-dessus de lui, fait tourner la roue de l'arc de cercle compris entre deux électro-aimants consécutifs; le point de tangence se trouve donc déplacé. Mais, comme le courant se trouve alors réagir plus loin, un nouvel arc de cercle est décrit et ainsi de suite. On voit donc que la roue mobile, en tournant ainsi autour de la couronne d'électro-aimants, entraîne la manivelle et communique à l'arbre moteur un mouvement circulaire qui s'opère sans transformation, bien que les attractions soient toutes normales entre les électro-aimants et leurs armatures.

L'inconvénient de ce genre de moteur, qui a d'ailleurs une grande force, est d'ébranler toute la monture des différentes pièces qui le composent, ce qui cause une détérioration rapide.

M. Froment avait cru surmonter cet inconvénient en établissant son moteur sur le principe précisément inverse, c'est-à-dire en rendant fixe la roue intérieure, en la garnissant d'électro-aimants et en rendant mobile la circonférence externe qui se trouvait alors munie des armatures; mais un inconvénient bien plus grave s'est manifesté ; il n'en résultait rien moins que la *déformation* de la circonférence portant les armatures. Celle- ci, en effet, s'infléchissait sous l'action des électro-aimants et l'on perdait ainsi tout le bénéfice de l'attraction normale.

Digitized by Google

Moteurs fondés sur les réactions réciproques des électro-aimants.

Les électro-aimants, pouvant réagir entr'eux comme aimants et comme armatures ou, pour parler plus scientifiquement, pouvant agir dynamiquement et statiquement, on a pensé souvent à remplacer dans les moteurs précédents les armatures par des électro-aimants. Un certain mécanicien avait même construit, dans ce système, un électro-moteur de grande dimension qui se trouvait armé de 288 électro-aimants. Mais, dans ce cas, plus encore que pour les autres systèmes d'électro-moteurs, ce qui pouvait réussir en petit avec deux ou trois systèmes *seulement* d'électro-aimants, ne pouvait réussir en grand, car aux inconvénients que j'ai signalés dès le commencement de ce chapitre, se joignaient ceux des courants d'induction produits par les réactions d'aimants très énergiques sur le fil des électro-aimants opposés; il en résultait que le courant voltaïque se trouvait complètement paralysé et que le moteur ne pouvait pas même accomplir un tour sur lui-même.

Electro-transmetteurs de mouvement.

Si l'application des électro-moteurs à l'industrie est une question douteuse, il n'en est pas de même de l'application de l'électro-magnétisme aux machines motrices existantes comme moyen auxiliaire, par exemple, pour la transmission du mouvement dans les cas où les engrenages ne peuvent être employés. Dans les grandes machines, en effet, des électro-aimants circulaires pourraient suppléer avec avantage les poulies à courroie, les tambours, cylindres frottants, laminoirs, etc.; mais l'application la plus importante est celle qu'on pourrait en faire et qu'on fera prochainement, sans

Digitized by Google

nul doute, aux chemins de fer, pour augmenter l'adhérence des roues motrices des locomotives aux rails. Il deviendrait alors beaucoup plus facile de gravir les pentes, et les travaux d'art des chemins de fer deviendraient beaucoup moins coûteux.

Disons, toutefois, que les expériences de M. Nicklès sur le chemin de fer de Lyon ont médiocrement réussi, mais à l'époque où elles ont été faites, l'aimantation des roues de la locomotive n'avait été opérée que très imparfaitement. Depuis, M. Nicklès a trouvé dans ses électro-aimants circulaires un effet magnétique beaucoup plus énergique, puisque la roue aimantée peut agir alors par ses deux pôles à la fois sur l'armature représentée par les rails.

Disons maintenant en quoi consistent les électro-aimants circulaires et comment ils sont susceptibles d'agir par leurs deux pôles à la fois :

Si nous supposons en *fer doux* les bobines de cuivre que l'on place ordinairement sur les branches des électro-aimants, elles constitueront à elles-seules des aimants droits quand le courant électrique passera dans le fil qui les entoure; par conséquent un des rebords de ces bobines possèdera un pôle nord, tandis que l'autre aura un pôle sud.

Admettons maintenant que ces bobines soient très courtes, que leurs rebords soient très développés et que chacun de ces rebords soit soudé à un anneau de fer faisant retour sur le fil en l'enveloppant, il arrivera que ces deux espèces de manchons qui pourront être distants à peine de un ou de deux millimètres l'un de l'autre, posséderont chacun un pôle différent. En passant donc au travers du trou de ces bobines, un axe quelconque, on se trouve avoir des électro-aimant-roues qui agissent toujours par leurs deux pôles à la fois en quelque point de leur circonférenee que ce soit.

Digitized by Google

DE LA

RÉGULARISATION

DE LA

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE,

Par M. Th. du MONCEL.

On sait qu'un courant électrique un peu intense, passant à travers deux charbons calcinés, séparés par un intervalle excessivement petit, produit une lumière éblouissante que l'on peut appliquer dans une foule de cas à des usages importants. Comment rendre cette lumière continue à mesure que s'usent les charbons? Comment l'amplifier et la projeter sans augmentation de dépense? Telles sont les questions que nous avons à examiner.

Disons d'abord que, comme aspect, la lumière électrique, quoique comparable à celle du soleil, a un reflet bleuâtre assez désagréable à l'œil, mais on peut le rendre rosé en employant du charbon de bois de *bourden*, lequel n'altère d'ailleurs en rien l'éclat de la lumière.

Digitized by Google

Régulateur de M. Staite modifié par M. Archereau.—Les instruments au moyen desquels on a pu rendre la lumière électrique continue, les régulateurs de lumière électrique en un mot sont d'une date très récente. Les premiers ont été construits en Angleterre, par MM. Staite et Petrie, en 1848. Il est vrai qu'en même temps M. Foucault en construisait un en France, mais comme les régulateurs de MM. Staite et Petrie étaient passés déjà dans le commerce lorsque M. Foucault a réclamé la priorité et a montré son appareil tout démonté à la commission nommée par l'Académie, on peut en conclure que l'application première, sinon l'idée, appartient à MM. Staite et Petrie. Voici en quoi consiste l'appareil de M. Staite qui est, du reste, le plus simple de tous ceux qu'on a faits depuis, surtout depuis les modifications que lui a apportées M. Archereau.

Deux colonnes ou tiges métalliques, auxquelles on peut donner toutes les formes possibles, soit la cambrure des montants d'une lyre, soit la rigidité des colonnes grecques, sont unies entre elles par trois traverses, de manière à former un ensemble solide. L'une de ces traverses est métallique; c'est celle qui occupe la partie supérieure de l'appareil, les autres doivent être en bois. Ces dernières servent de supports et de points d'attache à une longue bobine placée parallèlement entre les deux colonnes et qui doit être enroulée de fil assez gros pour que le courant en circulant au travers sans le fondre, puisse agir sur un fer électro-aimant placé à l'intérieur de la bobine.

Ce fer électro-aimant, qui n'est autre chose qu'une tige de fer de la longueur de la bobine, est soudé à une tige de cuivre de même calibre et de même longueur, portant à son extrémité libre une petite poulie. Du côté opposé, le fer porte un petit tube de cuivre avec vis de pression dans lequel on introduit l'un des charbons lorsque la tige entière a été

Digitized by Google

introduite dans la bobine. Alors une corde fixée à la traverse inférieure et s'enroulant sur une poulie d'un grand diamètre, peut servir de support à la tige électro-aimant en s'engageant dans la gorge de la petite poulie dont nous avons parlé. Il suffit pour cela, qu'un contrepoids, qui sera placé au bout de la corde, soit susceptible de lui faire équilibre.

La traverse métallique qui occupe la partie supérieure de l'appareil porte un petit tube de cuivre qui descend perpendiculairement en face du charbon que porte la tige électro-aimant et dans lequel on introduit également un crayon de charbon. Au moyen d'un ajustement très simple, ce tube peut d'ailleurs être réglé facilement, tant pour sa hauteur que pour sa direction, et, par conséquent, les deux charbons peuvent être placés très exactement l'un au-dessus de l'autre.

Ainsi disposé, l'appareil peut fonctionner, mais il est important de le régler et, surtout, de bien équilibrer la tige mobile. Cela étant fait, il suffit de mettre en rapport une des deux colonnes métalliques de l'appareil avec l'un des pôles de la pile et de faire aboutir l'autre pôle au fil de cuivre de la bobine (dont un bout est soudé sur son canon). Le courant passe alors de la bobine au charbon inférieur par la tige elle-même qui le supporte, et, franchissant l'intervalle séparant les deux charbons, il arrive à l'autre pôle de la pile par la traverse supérieure de l'appareil et la colonne métallique à laquelle est attaché l'un des fils conducteurs.

Tant que le courant passe et produit la lumière, la bobine réagit sur le fer de la tige électro-aimant qui porte le charbon inférieur, et l'attire en raison de la réaction magnétique qu'exercent les solénoïdes sur un fer mobile à leur intérieur. C'est ce qui donne aux charbons *l'écart suffisant* pour l'effet lumineux. Mais, aussitôt que le courant cesse de passer, ou

Digitized by Google

s'affaiblit par suite de l'usure des charbons, cette attraction cesse et le charbon mobile, sollicité par le contrepoids, se trouve entraîné et soulevé jusqu'à ce que le courant passe de nouveau, alors l'équilibre se trouve établi entre les deux forces et les charbons peuvent s'user de nouveau.

Ainsi, à mesure que la lumière tend à décroître, le contrepoids réagit, et c'est ce qui maintient toujours égale l'intensité de la lumière.

Plusieurs précautions néanmoins doivent être prises quand on veut que l'appareil marche très régulièrement. Il faut d'abord placer les charbons à une hauteur qui dépend de l'intensité de la pile dont on doit se servir. Si la pile est très forte, les charbons doivent être placés un peu haut, car l'attraction des solénoïdes augmente, du moins jusqu'à moitié de leur longueur, à mesure que le fer s'y enfonce. Au contraire, et par la même raison, les charbons doivent être placés plus bas si la pile est faible.

D'un autre côté, comme la pile elle-même s'affaiblit, on doit avoir soin d'alléger de temps en temps le contrepoids afin de maintenir l'équilibre, c'est pourquoi on emploie dans ce cas, comme contrepoids, de la grenaille de plomb.

Régulateur de M. Foucault.—Dans l'appareil précédent, le point lumineux se déplace à mesure que s'usent les charbons; or, il importe dans beaucoup de circonstances, et particulièrement dans l'application de la lumière électrique aux expériences d'optique, que ce point lumineux reste fixe. Le problème était d'autant plus difficile à résoudre, que les charbons s'usent inégalement. Il a donc fallu avoir recours à la mécanique pour venir en aide à l'effet physique dans cette circonstance. C'est ce à quoi sont parvenus, plus ou moins ingénieusement, MM. Foucault, Breton frères et Jules Duboscq. Toutefois, M. Foucault a de beaucoup la priorité de l'invention sur les artistes dont je viens de parler. Voici comment il a disposé son appareil:

Digitized by Google

« Les deux porte-charbons sont sollicités, dit M. Foucault, dans son Mémoire adressé à l'Académie, l'un vers l'autre par des ressorts, mais ils ne peuvent aller à la rencontre l'un de l'autre qu'en faisant défiler un rouage dont le dernier mobile est placé sous la domination d'une détente. C'est ici qu'intervient l'électro-magnétisme : le courant qui illumine l'appareil passe à travers les spires d'un électro-aimant dont l'énergie varie avec l'intensité du courant; cet électro-aimant agit sur un fer doux sollicité d'autre part à s'en éloigner par un ressort antagoniste. Sur ce fer doux mobile est montée la détente qui enraye le rouage ou le laisse défiler à propos, et le sens du mouvement de la détente est tel, qu'elle presse sur le rouage quand le courant se renforce, et qu'elle la délivre quand le courant s'affaiblit. Or, comme précisément le courant se renforce ou s'affaiblit quand la distance interpolaire diminue ou augmente, on comprend que les charbons acquièrent la liberté de se rapprocher au moment même où leur distance vient à s'accroître, et que ce rapprochement ne peut aller jusqu'au contact, parce que l'aimantation croissante qui en résulte leur oppose bientôt un obstacle insurmontable, lequel se lève de lui-même aussitôt que la distance interpolaire s'est accrue de nouveau.

» Le rapprochement des charbons est donc intermittent, mais, quand l'appareil est bien réglé, les périodes de repos et d'avancement se succèdent assez rapidement pour qu'elles équivalent à un mouvement de progression continu.»

M. Foucault n'explique pas comment il a réglé le rapprochement plus ou moins grand des charbons ; il est probable que c'est en donnant aux poulies, sur lesquelles s'enroulent les fils qui les sollicitent, un diamètre inégal et en rapport avec les quantités dont ils s'usent. Il ne décrit pas non plus la manière dont agit la détente, mais il paraîtrait, d'après sa description, que c'est par une simple pression contre un

Digitized by Google

tambour fixé sur l'axe des deux poulies sur lesquelles s'enroulent, en sens inverse, les cordes des porte-charbons.

Quoiqu'il en soit, cet appareil a été le point de départ de tous ceux dont nous allons parler et qui nécessitent tous une place déterminée pour chaque pôle de la pile.

Régulateur de MM. Breton, frères. — Ce régulateur ne diffère du précédent qu'en ce qu'au lieu de ressorts pour rapprocher les charbons, on s'est servi du poids et contre-poids des bras métalliques qui les portent, et, qu'au lieu d'une détente à pression pour maintenir l'écartement, on a fait intervenir un encliquetage de roue à rochet dentée très fin. Ce sont des leviers qui agissent sur les porte-charbons et, par conséquent, c'est par la différence de leur longueur que s'opère l'inégalité dans la marche des charbons.

Les régulateurs de lumière électrique, dont nous venons de parler, peuvent être disposés horizontalement ou verticalement, c'est-à-dire de telle manière que les porte-charbons soient placés, l'un vis-à-vis de l'autre, dans une position horizontale ou verticale. Cependant, comme dans beaucoup d'expériences, entre autres quand on veut analyser la lumière produite par la fusion des différents métaux, on est obligé de poser lasubstance à brûler dans une soucoupe de platine, on préfère les régulateurs dont les porte-charbons sont verticaux. C'est pourquoi tous les constructeurs ont dû changer la disposition première de leurs appareils.

Régulateur de M. Jules Dubosc. — Dans l'appareil de M. Jules Dubosc, le porte-charbon inférieur est pressé par un ressort en hélice qui le fait monter tandis que le porte-charbon supérieur est sollicité à descendre par son propre poids. Le courant n'arrive aux charbons qu'après avoir traversé un électro-aimant creux, caché dans la colonne de l'instrument, et à travers lequel passe le porte-charbon inférieur. Quand le courant passe, c'est-à-dire, quand les

Digitized by Google

deux charbons sont à une distance suffisante pour que le courant ne soit pas interrompu, l'électro aimant est actif et attire une palette de fer; cette palette, par l'intermédiaire d'un levier articulé enraye une roue à rochet horizontale montée sur le même axe qu'une vis sans fin dont le mouvement commande un mécanisme spécial d'horlogerie; quand au contraire le courant ne passe pas, la roue à rochet est libre et peut se trouver entraînée par le mouvement d'horlogerie qui doit être en rapport avec l'ascension et la descente des porte-charbons. Alors ceux-ci se rapprochent, mais le mouvement opéré dans cette circonstance, est tempéré par le mécanisme d'horlogerie, qui est à cet effet muni d'un système d'ailettes. C'est même uniquement dans ce but que M. Jules Dubosc a ajouté à son appareil ce mécanisme dont il aurait pu, à la rigueur, se passer, comme nous l'avons vu dans les appareils précédents.

Nous n'avons pas dit encore comment, dans cet appareil, le charbon positif était animé d'un mouvement plus rapide que le charbon négatif pour satisfaire à l'usure plus grande qu'il éprouve de la part du courant. Cette partie du mécanisme est la plus compliquée. Voici en quoi elle consiste :

Les poulies sur lesquelles s'enroulent les fils des deux porte-charbons au lieu d'être de même diamètre, comme dans l'appareil précédent, sont de diamètres inégaux. L'une a un diamètre constant; l'autre au contraire a un diamètre variable que l'on peut faire croître au moyen d'un petit bouton régulateur dans le rapport de 3 à 5, suivant l'intensité du courant. Pour obtenir cet accroissement et ce rétrécissement du diamètre de la poulie variable, force a été d'enrouler le fil, non plus sur une gorge de poulie ordinaire, mais sur un treuil formé par un ensemble de six goupilles disposées circulairement sur des leviers mobiles. Ces leviers étant articulés séparément par l'une de leurs extrémités sur une

Digitized by Google

même plaque, et se trouvant liés à un axe fixe (l'axe du bouton régulateur), peuvent être redressés ou couchés, suivant qu'on tourne à gauche ou à droite le bouton régulateur, et par cela même le diamètre du cercle ou plutôt du polygone formé par les goupilles peut se trouver agrandi ou rétréci à volonté.

Dans chaque expérience et même plusieurs fois dans la même expérience, il faut régler l'appareil, c'est-à-dire donner aux ressorts antagonistes de la détente le degré de tension convenable, et à la poulie dont nous avons parlé, le diamètre voulu pour que le rapprochement des charbons soit le plus régulier possible.

Système amplificateur de lumière électrique de M. Martin de Brette. — Cet appareil excessivement ingénieux peut être d'une application très importante pour l'éclairage public, car il peut projetter d'une manière continue et dans toutes les directions, à plusieurs kilomètres de distance, une lumière excessivement brillante, et cela sans augmentation de dépense pour la pile. Il se compose de deux appareils distincts : d'un régulateur de lumière électrique et d'un appareil amplificateur à rotation.

Ce dernier consiste dans une carcasse polygonale en fonte sur le pourtour de laquelle sont montées six lentilles de phare et dont le centre porte deux tourillons creux, à travers lesquels passent les porte-charbons. Cette carcasse est montée par ses tourillons dans un cadre de fonte qui peut pivotter lui-même sur deux de ses côtés, dans un sens perpendiculaire à celui dans lequel tourne l'appareil lenticulaire. De plus des engrenages et des poulies de renvoi, adaptés aux tourillons de ces deux systèmes tournants, permettent que le mouvement communiqué par la roue motrice (laquelle est montée sur le support de tout cet ensemble mobile), soit transmis d'abord au cadre de fonte et en second lieu au

Digitized by Google

prisme lenticulaire. Il résulte de cette disposition que ce double mouvement convenablement calculé suffit pour diriger un faisceau lumineux successivement sur les différents points de l'espace, et les éclairer *d'une manière continue.* Il suffit pour cela que les lentilles passent dix fois par seconde dans une même direction; car la persistance de l'impression visuelle est précisément égale à un dixième de seconde.

Pour obtenir ce résultat, il faut que la roue qui porte les lentilles fasse environ deux tours par seconde, tandis que le cadre qui la porte en accomplit cinq.

Ainsi, sans augmenter l'intensité de la lumière électrique, on peut l'amplifier d'une manière considérable et la projeter au loin dans toutes les directions à la fois, comme si elle passait au travers d'une sphère de verre composée d'une infinité de lentilles.

Le régulateur employé par M. Martin de Brette est fondé comme ceux que nous avons décrits sur les effets mécaniques de l'électro-magnétisme.

Les porte-charbons passent, comme nous l'avons déjà dit, au travers des tourillons de l'appareil lenticulaire; ils sont sollicités à marcher l'un vers l'autre par deux ressorts boudin, mais ils sont arrêtés à une distance convenable par deux frotteurs dentelés mis en rapport (à l'aide de leviers à bascule) avec un électro-aimant interposé dans le courant. Quand le courant passe, les frotteurs empêchent les charbons d'avancer, parce que l'électro-aimant les tient appuyés; mais, aussitôt qu'il s'affaiblit, les ressorts l'emportent et poussent l'un vers l'autre les charbons jusqu'à ce que le courant soit rétabli dans toute sa force (1).

(1) Il faut que les frotteurs soient distants des porte-charbons de moins d'un quart de millimètre.

Digitized by Google

En raison de la mobilité de l'appareil, tous les contacts métalliques ont dû se faire par l'intermédiaire de frotteurs.

Système d'éclairage électrique de M. Liais. — Pour obtenir une lumière plus régulière et surtout moins saccadée que ne la produisent les régulateurs précédents, M. Liais a proposé un système au moyen duquel le régulateur agirait d'une manière constante sans être soumis au caprice des charbons. — D'abord, un commutateur à renversement de pôles serait appliqué à l'appareil afin de rendre égale l'usure des deux charbons, et ce commutateur serait mis en mouvement soit par un moteur électro-magnétique, au travers duquel passerait le courant, soit par un mouvement d'horlogerie. En second lieu, ce commutateur tout en renversant le courant à des intervalles très rapprochés, le conduirait alternativement dans un double système de charbons qui composerait le foyer lumineux. Il en résulterait que pendant le temps de la permutation du courant, les charbons pourraient être sans cesse rapprochés au contact, puis écartés d'une quantité constante par le mécanisme moteur et cette quantité pourrait être réglée suivant l'intensité de la pile que l'on voudrait employer. En troisième lieu l'ensemble de l'appareil serait animé d'un mouvement de rotation rapide pour dissimuler le passage du courant de l'un à l'autre système de charbons. Enfin les charbons eux-mêmes devraient être placés dans un globe de verre rempli d'un gaz impropre à la combustion, afin d'en rendre l'usure moins prompte.

Pour répartir la lumière électrique d'une seule pile sur plusieurs points, M. Liais est parti de ce fait que si, à l'aide d'un mécanisme convenable, on tire dans l'espace d'une seconde cinquante ou soixante étincelles électriques au moins, l'œil reçoit l'impression d'une lumière uniforme, mais toutefois moins intense que si le courant passait continuellement. Il fait donc passer successivement l'étincelle électrique

Digitized by Google

dans une série d'appareils, en recommençant cette série quand elle est finie.

Voici la liste des plus belles expériences que l'on peut faire avec un appareil lenticulaire à projection, adapté aux régulateurs de lumière electrique :

1° Projection du corps à travers le microscope.

2° Projection amplifiée des charbons du régulateur, pour montrer la manière dont ils s'usent, le transport des particules charbonnées du pôle positif au pôle négatif, et la manière dont s'illuminent les charbons au moment où le courant va passer. (1)

3° Même projection, mais avec substitution de métaux à l'un des charbons, pour montrer les différents phénomènes qui s'opèrent pendant leur fusion.

4° Projection du spectre de la lumière électrique résultant de la combustion des charbons.

5° Projection du spectre de la lumière électrique résultant de la fusion des différents métaux.

6° Projection de la lumière électrique décomposée par diffraction. — Anneaux de Newton. — Couronnes. — Anthélies, etc.

7° Projection de la lumière polarisée, et expériences qui se rapportent à cette partie de la physique.

8° Projection des images daguerriennes photographiées sur verre.

9° Cristallisation de l'alun et de sels divers s'opérant à vue à travers le microscope.

10° Formation de l'arbre de Saturne sous l'influence du courant électrique, s'opérant également à vue.

11° Illumination d'un jet d'eau, de manière à donner

(1) On voit que c'est le pôle négatif qui s'illumine le premier; le pôle positif est ensuite le plus brillant.

Digitized by Google

l'apparence d'une colonne de feu ou de lave en fusion.

12° Expérience pour démontrer la circulation du sang dans la langue d'une *grenouille*.

Appareil régulateur pour la lumière électrique dans l'eau. — Nous avons déjà dit que la lumière électrique pouvait aussi bien se produire dans l'eau que dans l'air, et que cette propriété permettait de l'appliquer dans les travaux sous-marins, principalement quand il s'agit d'explorations au fond de la mer ou de sauvetage d'objets immergés. Voici l'appareil qu'il faut alors employer.

Deux montants en bois de hêtre, mortaisés solidement sur une base large et épaisse, servent d'appui aux deux porte-charbons, qui sont montés horizontalement dans un étui à ressort à boudin, comme dans le régulateur de M. Martin de Brette. L'électro-aimant, modérateur ou régulateur, est renfermé dans une petite boîte de cuivre hermétiquement soudée de toutes parts, mais on a soin que ses pôles soient exactement appuyés contre une des parois de la boîte; il en résulte que son armature, qui doit être platinée ou galvanisée, peut être attirée à travers la boîte et agit en dehors sur les freins qui doivent retenir les charbons quand le courant passe.

Ces freins peuvent être combinés de différentes manières : le plus simple dans ce cas, car il n'est pas besoin que le point lumineux soit fixe, est celui de M. Martin de Brette. Il consiste dans un levier coudé à angle droit dont une des branches porte un frotteur dentelé et l'autre, l'armature de l'électro-aimant. Cette dernière est maintenue dans une position fixe, par un butoir et un ressort antagoniste. La partie du porte-charbon sur laquelle doit appuyer le frotteur est elle-même dentelée, de telle sorte que, quand l'électro-aimant devient actif, le charbon ne peut plus avancer.

Des fils couverts de gutta-percha, servent à la transmission du

Digitized by Google

courant, mais celui-ci avant de parvenir aux charbuos, est obligé de passer par l'électro-aimant qui, de cette manière, partage les variations d'intensité, que peut éprouver la lumière.

Régulateur à lumière intermittente de M. Petrie. — Le régulateur de M. Petrie est, comme nous l'avons dit, un des premiers qui ait été imaginé, et si l'on en juge par la date des brevets, il aurait même la priorité sur celui de M. Staite. Sa construction, du reste, en est très différente, et se rapproche tout-à-fait de celle du régulateur de M. Foucault. En effet, comme dans ce régulateur, c'est le courant électrique qui, passant par un électro-aimant mis en relation avec un ressort et un mouvement d'horlogerie, maintient continuellement à une distance convenable les deux charbons. Mais une innovation fort importante, apportée dans cet instrument, c'est la manière dont on est parvenu à produire, pour les phares, un éclairage intermittent à périodes réglées d'avance, de façon à produire toutes les espèces de feux désirables. Malheureusement la description du mécanisme employé dans ce but n'a pas été publiée, et les renseignements qui me sont parvenus ne sont pas assez complets pour que je me hasarde à la faire.

Appareil de lumière électrique pour les travaux des mines. — Plusieurs savants, entr'autres, MM. de la Rive, Boussingault et Louyet, ont revendiqué l'idée première de l'application de la lumière électrique aux travaux des mines. Ce qui paraît certain, c'est que si cette idée appartient à M. Louyet, comme cela me semble prouvé, l'application n'en a été faite qu'en 1845, par M. Boussingault.

Tout le monde sait le danger que courent les mineurs lorsqu'un jet de gaz hydrogène venant à se faire jour à travers les couches de terres, rencontre la flamme des différentes lampes qui éclairent les galeries de la mine. Or, comme la

Digitized by Google

lumière électrique peut se produire dans le vide, on comprend qu'en renfermant chaque foyer lumineux avec un régulateur dans des globes hermétiquement fermés, il n'y a plus à craindre le moindre danger, puisque ces foyers seraient complètement isolés de l'air extérieur. Ce serait encore l'occasion d'employer le régulateur de M. Martin de Brette, dont la disposition s'accommode le mieux avec les appareils dans lesquels il faut faire le vide.

Digitized by Google

CONSIDÉRATIONS

PHARMACOLOGIQUES

SUR

LE CHLOROFORME,

Par M. BESNOU.

Notre savant collègue et ami, M. Delioux, vous a présenté, dans une des séances du commencement de l'année, un travail remarquable sur les propriétés fébrifuges et antipériodiques du chloroforme. Ce praticien aussi consciencieux qu'instruit établit que ce produit chimique d'introduction si récente en médecine est non-seulement appelé aux plus hauts succès dans les opérations chirurgicales, comme le plus puissant anesthésique, mais aussi qu'il peut être utilisé et mérite surtout d'être expérimenté dans la pratique médicale. « Il a, dit-il, une action positive sur les manifestations périodiques des fièvres paludéennes, non-seulement récentes et bénignes, mais même rebelles et anciennes.»

Ces considérations élevées me font un devoir d'appeler votre attention sur un agent si justement en vogue et que déjà l'industrie mercantile tend à dénaturer par des sophisti-

Digitized by Google

cations ou bien ne purifie qu'imparfaitement pour le vendre au rabais.

Permettez-moi de vous donner d'abord brièvement ses propriétés physiques, pour ensuite arriver à vous offrir quelques moyens pratiques et faciles d'en apprécier la valeur. Ce sera, je l'espère, un complément utile à l'intéressante note de notre vice-président.

Lorsqu'il est parfaitement pur et rectifié avec soin, le chloroforme est très limpide, fort mobile, presque comme l'éther hydratique; il réfracte puissamment la lumière, est très volatil, jouit d'une odeur spéciale analogue à l'huile dite des Hollandais bien purifiée; comme elle, il jouit d'une saveur sucrée fort agréable, sans âcreté, et ne prenant nullement à la gorge, comme le font beaucoup de préparations chlorées. Quoique très volatil, il ne produit cependant pas un sentiment de froid bien vif, quand on le répand sur la main. Cette action est bien plus prononcée dans l'éther hydratique.

Il entre en ébullition à 45°; mais cependant, je dois faire observer que le mouvement ne se manifeste, quand on le distille dans une cornue de verre, que quand le bain-marie a atteint 60°; cela tient, sans aucun doute, à la faible conductibilité du verre.

Bien que tous les auteurs semblent préférer, pour sa rectification, le chlorure de calcium, je crois devoir faire observer qu'il retient alors encore un peu d'alcool déphlegmé qui passe à la rectification et prédomine surtout dans les derniers produits de la distillation.

Aussi, je préfère employer l'acide sulfurique concentré à la dose d'environ un dixième du poids du chloroforme. Il est vrai que cet acide semble faire éprouver une certaine décomposition au chloroforme. Il se colore en brun; mais disons de suite que le produit distillé ne contracte aucune odeur, aucune saveur qui indiquent une altération réelle d'un agent

Digitized by Google

dont la pureté doit être si absolue, ainsi que nous le dirons plus tard.

Il faut donc alors qu'il y ait, avant la rectification, un corps organique autre que le chloroforme, qui se trouve atteint fortement par l'acide sulfurique lequel le charbonne légèrement.

Ainsi rectifié, le chloroforme n'est nullement acide, et ne contient aucune trace d'acide sulfureux. Il est inutile d'ajouter pour les préparateurs que la distillation avec l'acide sulfurique s'en opère, comme avec le chlorure calcique, au bain-marie.

Ainsi rectifié, le chloroforme atteint alors une pesanteur spécifique de 1494,50 au moins, et marque 48° à l'aréomètre pour les acides. Je pense qu'il ne doit pas être considéré comme pur et privé d'alcool ou d'eau s'il ne marque 47°5.

Ainsi obtenu, il n'est point inflammable, du moins à la lampe à alcool ou par l'approche d'un corps brûlant avec flamme; mais jeté sur un brasier, il s'enflamme de suite, brûle en répandant beaucoup de fumée et donne lieu à une flamme d'un très beau vert.

A 48° de densité il n'est point décomposé par le potassium brillant et récemment coupé; ce métal se couvre seulement de quelques bulles d'hydrogène probablement, tandis que si le chloroforme contient de l'alcool en notable proportion, il peut être altéré par la combustion du potassium, qui, en passant à l'état de potasse, le brunit et dégage une vapeur acide fortement chlorée et très piquante.

Je ferai même observer qu'il est prudent de ne pas écraser le potassium pour faciliter la réaction et hâter le résultat de l'essai, car il arrive fréquemment une inflammation subite accompagnée d'une petite détonation, qui projette le liquide hors du verre et peut lancer une parcelle de potassium, dans l'œil surtout de l'expérimentateur, et alors causerait certai-

Digitized by Google

nement un effet fort grave, sinon très dangereux.

J'ai remarqué qu'avec 5 pour cent d'alcool à 40° en poids, la proportion des bulles n'est pas bien notablement augmentée; la réaction n'est pas bien sensiblement plus nette. A 10 pour cent, elle est bien plus forte et déjà assez remarquable; la coloration brune ou grisâtre se manifeste réellement et au bout d'un certain temps.

A 12 pour cent, elle est assez vive, et si l'on a 15 pour cent de mélange, alors la décomposition est rapide; il y a inflammation si la quantité de potassium est assez considérable relativement à celle du chloroforme en essai. C'est alors surtout qu'il y a à craindre de laminer le potassium dans le fond du verre avec la tige de verre et que se produit la petite détonation et la projection.

Le chloroforme du commerce contient souvent cette proportion de 12 pour cent d'alcool, c'est pour ce motif que j'insiste sur la précaution à prendre dans l'essai au potassium.

Avec ces quantités élevées, et même avec 20 pour cent d'alcool, le chloroforme ne s'enflamme pas encore à la bougie, lorsqu'on présente un papier qui en est impregné. Il en faut au moins 1/4 de son poids, alors il brûle avec une flamme verte et la combustion ne continue même pas, si l'on retire le papier du contact de la flamme; il faut au moins 30 pour cent d'alcool.

L'essai par ce mode auquel beaucoup de pharmaciens se bornent pour son admission est donc sans aucune valeur.

Le chloroforme pur à la densité de 1494,50 à 15° comme je l'ai indiqué au début présente une particularité assez remarquable.

C'est qu'en effet, si on l'additionne de 1, 2, 3, 4 et même 5 pour cent de son poids d'alcool à 40°, cette addition le rend opalin, il se trouble; et si l'on vient à augmenter la dose, à 10 pour cent, par exemple, il devient parfaitement limpide, re-

Digitized by Google

prend sa transparence parfaite qu'il conserve à toujours.

N'est-ce pas là déjà un bon moyen d'essayer le chloroforme destiné surtout à l'inhalation.

Le chloroforme additionné de 5 pour cent d'alcool, même 7 à 8 pour cent, versé dans un verre d'eau limpide conserve la forme hémisphérique d'une manière assez marquée pour que l'on soit au moins dans le doute, et il ne devient pas assez opalescent pour que la conviction soit bien formée. Ces deux caractères ne sont donc que des indices de médiocre valeur et qui ne suffisent pas pour motiver un rejet définitif.

Le bichromate potassique offre sans contredit un assez bon moyen de reconnaître la présence de l'alcool dans le chloroforme, mais pourtant il peut donner lieu à controverse entre deux opérateurs. Je crois donc devoir ici narrer encore avec détails mes propres observations qui, dans deux circonstances, m'ont valu des insinuations peu bienveillantes de la part de deux fournisseurs de la capitale.

A la densité de 1494,50, le chloroforme mis en contact avec le bichromate potassique et l'acide sulfurique prend une légère teinte jaune-verdâtre.

Déjà à 5 pour cent d'alcool en poids, la réaction est nette; il se forme une zône vert-bleuâtre assez foncée qu'un homme un peu expérimenté reconnaît de suite, mais il est assez difficile, pour ne pas dire impossible, d'apprécier à cette réaction quelle peut être la proportion d'alcool d'une manière assez approximative, et cela surtout selon le mode par lequel l'essai a été fait.

Ainsi, si l'on prend une solution aqueuse assez concentrée de bichromate potassique, si l'on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique, cet acide ainsi très étendu ne décompose que lentement le bichromate, (et il est essentiel que l'acide chromique soit mis en liberté pour que la décomposition ait lieu,) alors la réaction peut ne pas se produire, ou du moins

Digitized by Google

se faire attendre jusqu'au lendemain. Voici donc comment j'opère, et l'action est alors presqu'instantanée.

Je prends environ un milligramme de bichromate en poudre, ou simplement un petit cristal que je mets dans un tube en verre de 12 à 15 centimètres de long et 1 1/2 de large au plus, je verse 4 à 5 gouttes d'acide sulfurique concentré, j'agite et délaie avec une tige en verre; j'ajoute quand la teinte rouge rubis est apparue, 3 à 4 gouttes d'eau pour opérer la dissolution de l'acide chromique, puis je verse 3 à 4 centimètres de chloroforme, et j'agite vivement, environ une vingtaine de secondes, puis je laisse en repos; bientôt la riche nuance verte de chlorure de chrôme apparaît, si la proportion d'alcool est déjà de 5 pour cent et se dépose en une couche inférieure très tranchée, tandis que la couche supérieure est à peine colorée en verdâtre très léger.

Si le chloroforme est pur, la masse est à peine jaune verdâtre et il n'y a pas séparation sous forme de zône isolée.

Si le chloroforme a été additionné d'éther, les réactions sont identiques; mais hâtons-nous de dire que cette adultération, moins dangereuse, il est vrai, que celle à l'alcool, ne se pratique pas, qu'elle a même bien moins de chance d'être pratiquée, attendu que l'examen au densimètre en ferait justice de suite, comme je vais plus bas le démontrer pour l'alcool.

Le chloroforme peut encore contenir de l'eau, non qu'on l'ait ajoutée à dessein, car elle y est peut miscible directement; il n'en est pas de même dans la distillation. Outre que ce chloroforme aura une densité assez faible, j'en ai vu allant au-dessous de 40° au lieu de 48°; le potassium viendrait en faire justice de suite. Il s'enflammerait dans ce cas avec une bien plus grande promptitude, et il resterait assez d'eau pour dissoudre l'alcali formé, ce qui fait alors que la coloration serait bien moindre qu'avec le mélange d'alcool et que le trouble serait fort minime.

Digitized by Google

L'essai à l'albumine ne me semble pas concluant, car sa solution étendue et filtrée pour être aussi transparente que possible ne se coagule que si la proportion de l'alcool est déjà assez considérable, ou bien si l'on emploie une forte dose de chloroforme par rapport à la quantité de solution albumineuse. Ce moyen m'a paru toujours peu concluant dans les circonstances ci-dessus et l'albumine normale est déjà opaline et laisse à désirer dans la réaction que produit avec elle le chloroforme pur qui ne me semble pas être totalement sans action.

En résumé, tous ces moyens sont plus ou moins bons pour reconnaître la pureté du chloroforme, mais aucun n'indique la proportion du mélange. Comme l'alcool est l'élément le plus à redouter soit parce qu'on peut l'y avoir laissé en négligeant la rectification, soit qu'on ait pu l'ajouter, j'ai recherché un moyen facile d'en déterminer la quantité et je crois être assez heureux pour offrir ici un mode facile, économique et à la portée de tout le monde. Il est fondé sur l'examen au densimètre et à l'aréomètre dit pèse-acide.

Pour cela j'ai opéré des mélanges en proportions variées, et j'ai comparé les différences de densité. Je ne crois mieux faire que de les présenter sous forme de tableau qui permettra de saisir de suite les différences. Il est établi depuis 100 de pureté à 75, ou de 0 alcool à 25 pour cent de ce liquide.

Digitized by Google

Densité réelle. (1)	Degré correspondant au pèse acide.	Proportion de l'alcool à 40° mélangé.	Quantité pondérable de l'alcool en centièmes.	OBSERVATIONS.
1494 50	47 60	0	0 00	La diminution dans la pesanteur spécifique par chaque centième d'alcool à 40 qui s'y trouve mélangé ou qui n'a pas été enlevé par la rectification est donc sensiblement de 3.46, d'où il résulte que le chloroforme mêlé à 10 p. cent d'alcool perd 34 au densimètre, à 20 p. cent de mélange 68, aussi la densité étant déterminée à l'aréomètre à pesanteur spécifique, pour connaître le dosage du mélange il faut diviser par 3.40 la différence trouvée. Avec la proportion inscrite en fin de tableau, la réaction du potassium est très nette.
1490 85	47 38	1	0 50	
1487 45	47 16	2	1 00	
1484 50	46 94	3	1 50	
1477 25	46 47	5	2 50	
1460 25	45 40	10	5 00	
1426 25	43	20	10 00	
1409 00	41 82	25	12 50	

Le mélange de l'eau au chloroforme est bien plus difficile et ne saurait s'effectuer en proportion bien notable, sans qu'il y ait trouble de ce liquide, puis séparation en deux couches. Dans ce cas, il suffirait de prendre une goutte ou deux de la couche supérieure, de la mettre dans un verre et d'y jeter un petit fragment de potassium ; à l'instant l'inflammation aurait lieu, sans cette odeur bien nette que donne le chloroforme, et sans qu'il se produisît cette coloration brune qui se manifeste avec le chloroforme alcoolisé.

Pour compléter cette note, je crois devoir indiquer les

(1) Dans l'établissement de ce tableau, je n'ai pas voulu recourir au chloroforme absolument pur et privé d'eau, mais bien au produit tel que le commerce peut le livrer, et tel qu'on l'obtient dans les diverses opérations que nécessite sa préparation ; car sa densité atteint un chiffre plus élevé. Je ne suis point arrivé à 1496, comme l'indiquent plusieurs auteurs. Je crois que pour obtenir ce chiffre, l'on a dû le ramener à une température inférieure à celle moyenne que j'ai prise comme point de départ.

Digitized by Google

doses qui m'ont le mieux réussi pour sa préparation un peu en grand. Je n'insisterai pas sur les détails de température, de fractionnement des doses successives, attendu qu'ils seraient inutiles pour les préparateurs de produits chimiques ou pharmaceutiques de cette nature. Les ouvrages spéciaux rappellent les précautions à prendre soit relativement à la capacité quadruple que doit avoir l'appareil distilatoire, pour n'avoir pas à craindre de voir le mélange passer dans le récipient, l'attention à apporter à la conduite de la chaleur, soit en recommandant la récohobation des eaux mères, à bien dire, du chloroforme.

Il est un point sur lequel je crois devoir insister. C'est de bien déterminer à l'avance le titre de l'hypochlorite calcique afin de ramener à 90° chlorométriques, les doses à employer. Il est essentiel de le délayer avec le plus grand soin, pour que la réaction soit complète et presque instantanée.

Le délitage de la chaux doit être aussi fait avec soin et l'on doit éviter, autant que possible, de mettre le dépôt de sable ou de substances étrangères inutiles et qui même peuvent n'être pas sans influence sur la réaction, et peuvent par leur accumulation déterminer au dernier mélange, des soubresauts et le passage subit du liquide générateur dans le refrigérant et le récipient.

En fractionnant en cinq doses les quantités qui suivent, j'ai obtenu au moins 4 kilogrammes 700 grammes de chloroforme à 48° environ.

Hypochlorite calcique à 90° chlor.....	100 kil.
Chaux vive.....	18 id.
Alcool à 86°.....	12 id.
Carbonate sodique cristalisé.....	0,300
Acide sulfurique à 66°.....	1

(Préalablement porté à l'ébulition pendant quelques minutes, le chloroforme provenant de la réaction qui passe à la

Digitized by Google

première distillation, ne marque après le traitement par le carbonate sodique que 18 à 20° du pèse acide.

Il faut le laver avec soin, à deux ou trois reprises, avec le double de son volume d'eau, le laisser bien déposer et le décanter ensuite au moyen d'un flacon à robinet, puis procéder à sa rectification au moyen de l'acide sulfurique, environ 1 dixième de son volume.)

En opérant au bain-marie, il n'y a nullement à craindre qu'il passe la plus légère trace d'acide sulfurique.

Le chlorure de calcium ne retient pas toujours complètement l'alcool; il exige que l'on fasse une macération jusqu'au lendemain avant de procéder à la rectification. Il ne semble présenter aucune garantie de plus pour la pureté du chloroforme, et je le crois moins économique et surtout moins commode à se procurer.

Digitized by Google

MÉTHODE EXPÉRIMENTALE

PROPRE A DÉTERMINER

LE

Mouvement absolu de translation

DU SOLEIL,

Par M. L. L. FLEURY.

On connaît les tentatives faites par quelques-uns des plus illustres physiciens pour démontrer expérimentalement, à l'aide des variations de vitesse de la lumière, la réalité du mouvement annuel. L'insuccès de leurs recherches est maintenant bien connu et ses causes parfaitement expliquées: aussi ne m'y arrêterai-je pas. Seulement, je ferai observer que la constatation directe de ce mouvement est impossible en elle-même, abstraction faite des causes compensatrices qui ont rendu complétement négatives les expériences précitées. En effet, puisque, outre ses mouvements de rotation axiale

Digitized by Google

et de circulation autour du soleil, la terre partage le mouvement *translatoire* absolu de ce dernier, il est évident que la vraie vitesse de notre globe est, à chaque instant, la résultante de ces trois mouvements dont le dernier est inconnu.

Or, comme la vitesse des rayons lumineux rapportée à la terre est, en général, fonction du véritable mouvement de celle-ci, il en résulte que la vitesse observée de la lumière ne s'accordera nullement avec sa vitesse calculée d'après la seule considération des mouvements rotatoire et orbital, excepté dans le cas particulier où le mouvement trajectorial du soleil serait perpendiculaire à l'écliptique.

Si ce mouvement solaire était donné, le mouvement réel de la terre le serait aussi; et, alors, on pourrait assigner la vitesse d'un rayon de lumière se propageant dans une direction quelconque; si le rayon marchait parallèlement à la ligne du mouvement absolu de la terre, sa vitesse serait la somme algébrique des deux mouvements (ceux de la terre et du rayon) : de plus, elle serait maxima ou minima, selon le sens relatif des deux vitesses.

Si cette ligne des vitesses extrêmes était inconnue, comme elle l'est effectivement, on pourrait la déterminer par la discussion des vitesses de la lumière relatives à trois directions données.

Ainsi, en dernière analyse, il suffit de mesurer la vitesse de la lumière dans trois directions, pour en conclure la vraie vitesse de la terre et, par suite, la direction et la valeur absolues du mouvement de translation du soleil.

Pour atteindre ce but, supposons que deux rayons lumineux partent simultanément de deux points éloignés, situés chacun au foyer d'une lentille dont l'axe se confond avec la ligne droite qui joint ces deux points; admettons, en outre, qu'arrivés au centre de la ligne dont je viens de parler, les rayons sortis parallèles des lentilles, se réfléchissent chacun

Digitized by Google

sur un miroir plan qui les renvoie vers une autre lentille, au foyer de laquelle ils forment une image du point d'où ils émanent respectivement.

Ceci bien compris, soit un miroir tournant incliné de 45° sur son axe de rotation, qui coïncide avec l'axe optique de la lentille.

Puisque les deux rayons lumineux marchent inversement l'un à l'autre et parcourent deux chemins égaux, l'action du mouvement de la terre sur chacun d'eux est identique, sauf le signe; ils arrivent donc au miroir tournant, avec une différence de marche égale au double de l'influence du mouvement en question sur chacun d'eux; conséquemment pendant le temps écoulé entre leur incidence successive, le miroir a tourné d'une certaine quantité; donc, les rayons ne sont pas réfléchis suivant le même angle relatif que s'ils étaient arrivés au même instant à la surface réfléchissante. Je n'ai pas besoin d'indiquer ici comment la vitesse des rayons se déduit de l'angle qu'ils forment entr'eux après leur réflexion sur le miroir dont la rotation est connue.

Si la ligne de propagation des deux rayons était dans le plan du méridien et si un second système semblable au premier (1) était placé dans un plan parallèle à l'équateur, les conditions précédemment énoncées, c'est-à-dire la mesure de la vitesse des rayons lumineux, suivant trois directions, seront remplies; car, à chaque instant, les vitesses déterminées par les deux appareils se rapporteront à deux axes rectangulaires. De plus, les mesures faites avec le second appareil, qui est dans un plan parallèle à l'équateur, seront relatives à des lignes de direction variable avec le temps. Ces lignes, toujours renfermées dans le même plan, feront entr'elles des

(1) Un seul miroir tournant serait nécessaire pour mesurer la vitesse des rayons composant ce système binaire.

Digitized by Google

angles égaux à ceux décrits par le mouvement diurne, pendant le temps écoulé entre les deux mesures considérées, de sorte qu'au bout de six heures, les deux directions seront perpendiculaires l'une à l'autre : les conditions énoncées seront donc remplies, comme je l'ai déjà dit.

Pour obtenir, à plusieurs stations, l'apparition simultanée de rayons lumineux, il serait nécessaire d'employer des étincelles électriques produites par un seul courant bifurqué, dont la fermeture et la rupture successives dépendraient de la rotation du miroir. Lorsque cette rotation serait constante et suffisamment rapide, les deux images *ponctuelles* paraîtraient immobiles et produiraient une sensation continue de lumière, ce qui permettrait de mesurer exactement leur distance angulaire.

Certaines personnes peuvent objecter que, par l'effet de causes inconnues, la simultanéité de jaillissement des étincelles n'est peut-être pas rigoureuse. Une expérience directe, dont je vais exposer le principe, nous révélerait seule la valeur de cette hypothèse.

Supposons qu'à chaque station, un observateur note, à l'aide d'instruments convenables, le temps écoulé entre l'apparition de l'étincelle de sa station et celle de la station opposée. Si les étincelles ont brillé au même instant, la somme des temps écoulés entre les deux apparitions à chaque station, ne sera nullement influencée par le mouvement de la terre; cette somme sera donc égale au temps employé par la lumière pour franchir *réellement* un espace double de celui qui sépare les deux stations: par conséquent les différences que pourraient présenter ces deux temps, proviendraient uniquement de l'*insimultanéité* soupçonnée, qui serait alors numériquement connue, et dont l'effet perturbateur serait, par suite, éliminable.

En admettant que les points d'où naissent les rayons soient

Digitized by Google

chacun à dix kilomètres du miroir; que celui-ci fasse deux mille tours par seconde, nombre que l'on pourrait dépasser; que les rayons réfléchis par le miroir tournant soient observés avec un instrument optique, grossissant deux mille fois, chiffre qui n'est pas un maximum, à cause de la grande intensité de la lumière électrique, de la petitesse de son espace générateur et des dimensions que l'on donnerait facilement aux lentilles dirigeant les faisceaux de lumière; en admettant dis-je, toutes ces conditions remplies, un simple calcul fait voir qu'avec une vitesse de la terre suivant la composante parallèle aux rayons, égale à 47 mètres environ par seconde, cette vitesse se traduira, dans l'instrument optique, par une déviation d'une minute dans l'angle des rayons.

Digitized by Google

DE LA NATURE

DE

L'ERGOT DES GRAMINÉES,

Par M. Ed. BORNET.

On donne en botanique le nom d'Ergot à une sorte de Champignon qui se développe sur les Graminées, surtout pendant les années pluvieuses. Ce Champignon doué de propriétés médicales énergiques, se rencontre plus habituellement sur le Seigle; de là les expressions d'Ergot de Seigle, de Seigle ergoté. L'Ergot des Graminées d'Europe a la forme d'une masse allongée, plus ou moins volumineuse, de couleur violette, marquée d'un sillon longitudinal sur son côté extérieur, et fortement saillante hors des enveloppes florales.

Cette production résulte de l'action exercée sur l'ovaire des Graminées par un Champignon microscopique, que M. le docteur Léveillé a désigné sous le nom de *Sphacelia segetum*. Elle offre un exemple très frappant des modifications que les Champignons parasites apportent à la vitalité des parties des végétaux sur lesquelles ils se développent.

Digitized by Google

Les hypertrophies et les déformations déterminées sous cette influence, sont si considérables qu'elles paraissent au premier abord hors de proportion avec la cause qui les a fait naître. Cette cause est cependant bien certaine. Les observations curieuses que M. Léveillé a publiées l'année dernière dans la revue horticole, le démontrent surabondamment. Il a fait voir que cette action est telle, que certaines plantes qui ne fructifient jamais sous notre climat, peuvent, lorsqu'elles sont atteintes par la Sphacélie, produire des graines. Celles-ci, à la vérité, sont stériles et monstrueuses; mais elles sont encore assez reconnaissables pour ne laisser aucun doute sur leur véritable nature.

On sait que l'Ergot du Seigle se compose de deux parties, l'une très grosse, l'Ergot proprement dit, à laquelle s'applique surtout ce que je viens de dire, et d'un Champignon microscopique appartenant à la division des Clinosporés Ectoclines, section des Tuberculariés (Léveillé). Ce Champignon est formé d'une masse celluleuse très molle, jaunâtre, parcourue par des sillons et des éminences qui rappellent les circonvolutions du cerveau, couverte de petits filaments dressés, très courts (basides), desquels se détache une énorme quantité de corpuscules très petits, hyalins, elliptiques, qui germent assez rapidement lorsqu'on les conserve dans l'eau pendant quelque temps. Il apparaît d'abord entre le péricarpe et l'ovule, autour duquel il forme une zône violacée. L'ovule altéré s'allonge beaucoup, déchire et soulève le péricarpe, qui ne tarde pas à tomber en laissant à nu la Sphacélie. Celle-ci se dessèche rapidement et ne forme bientôt plus qu'une petite masse jaunâtre et friable, qui reste plus ou moins longtemps au sommet de l'Ergot. La structure de l'Ergot rappelle tout-à-fait celle des Sclérotes; il est formé de cellules très petites, irrégulières, anguleuses, à parois épaisses; il ne contient ni cellulose ni amidon.

Digitized by Google

La nature de cette production singulière a beaucoup exercé la sagacité des naturalistes qui ont eu l'occasion de s'en occuper. On a dit qu'elle était une altération morbide et primitive de la graine; De Candolle la regardait comme un *Sclerotium*; M. Tulasne, qui a depuis repris cette opinion, y voit le premier état d'une Sphérie (*Sph. purpurea* Fr.), qui n'attend pour se développer qu'une réunion de circonstances favorables, et dans le Champignon, une conidie ou organe supplémentaire de reproduction de la Sphérie. Enfin M. Léveillé enseigne qu'elle résulte d'une altération de l'ovaire, et surtout du périsperme, occasionnée par le *Sphacelia segetum*.

Il est difficile de se prononcer entre ces deux opinions par l'examen seul de l'Ergot des Graminées de l'Europe: mais il en existe deux autres espèces, croissant sur des Graminées de l'Amérique du Nord, dont l'étude me paraît pouvoir servir à jeter quelque jour sur cette question.

L'une des espèces se rencontre sur le *Paspalum ciliatum*. Le parasite occupe les stigmates, dont il entoure les filamens. Il se compose d'un tissu de cellules arrondies, d'une consistance très délicate, dont la surface est hérissée d'une innombrable quantité de basides dressés, très courts, portant à leur sommet une spore linéaire, allongée, obtuse aux deux extrémités, hyaline et non cloisonnée. L'Ergot est à peu près de la grosseur d'un pois, d'un jaune sale, plus ou moins globuleux, aplati dans le sens de la glume, rétréci à la base, rugueux, fendillé, et d'un aspect pulvérulent. Il présente constamment à son sommet deux et souvent trois tubercules, un central et deux latéraux. Ces derniers portent une petite houppe d'un pourpre foncé, que l'examen microscopique fait reconnaître pour les stigmates plumeux de la plante.

Au moyen d'une section verticale, on voit qu'il est formé

Digitized by Google

d'une partie centrale d'un jaune clair qui en constitue la masse principale, creusée à la base d'une petite fossette en forme de losange à angle supérieur plus allongé, et d'une couche corticale assez épaisse qui en limite exactement le contour. Ces parties sont formées de cellules globuleuses très petites, à parois extrêmement ténues, que la moindre pression réduit en une pulpe sans structure appréciable, et auxquelles l'iode communique une légère coloration brune.

La seconde espèce d'Ergot Américain croît sur le *Tripsacum dactyloïdes*. Dans celle-ci, l'ovaire est moins profondément modifié que dans les deux espèces précédentes. C'est sur le style surtout que se porte l'action du parasite, sous l'influence duquel cet organe prend une longueur et une grosseur considérables. Il devient spongieux; la surface se creuse de cavités profondes et irrégulières, tapissées par la membrane fructifère. Celle-ci est formée de basides très difficiles à reconnaître sur les échantillons desséchés. Elle porte des spores elliptiques, ou plutôt irrégulièrement fusiformes, présentant quelques granulations dans leur intérieur. Le style déformé est parcouru dans toute sa longueur par un canal étroit, mais bien visible, qui s'arrête au sommet de l'ovaire. Le tissu de ce dernier est semblable à celui de l'Ergot du *Paspalum*; l'iode le jaunit légèrement aussi.

On peut voir, d'après les descriptions précédentes, que l'examen des Ergots du *Paspalum* et du *Tripsacum* semble compléter quelques points de l'histoire de l'Ergot du Seigle, et confirmer la manière de voir de M. le docteur Léveillé.

On retrouve en effet dans l'Ergot du *Paspalum* toutes les parties qui se rencontrent dans l'ovaire sain, et qui, bien que profondément modifiées, surtout dans la composition de leur tissu, sont cependant encore assez reconnaissables. La graine du *Paspalum* est orbiculaire aplatie, son Ergot présente la même forme. Les tubercules qu'il porte à son sommet cor-

Digitized by Google

respondent; le médian, au sommet de l'ovaire, qui est rendu plus apparent par l'écartement des styles et le boursoufflement de l'enveloppe corticale; les deux latéraux, aux deux styles qui se sont élargis démesurément. Les stigmates qu'ils offrent à leur pointe ne laissent aucun doute à cet égard. La partie corticale représente le péricarpe modifié; la masse centrale des grains le périsperme; mais ce qui paraît surtout décisif, c'est la présence de cette petite fossette en forme de losange, qui occupe la place du nucelle, revêt la même forme que lui et ne manque jamais.

L'existence de cette fossette est inexplicable dans toutes les théories qui considèrent l'Ergot comme autre chose qu'un ovaire qui a subi l'influence de la Sphacélie.

L'apparence de *Sclerotium*, qui est si remarquable dans les deux premières espèces, et surtout dans celle des Graminées d'Europe, a presque complètement disparu dans l'Ergot du *Tripsacum*. L'ovaire est à peine modifié; sa grosseur, sa forme, sa couleur sont normales; son tissu seul a été dénaturé : en revanche le style est considérablement déformé; cependant sa position, les traces de stigmates qu'il porte encore à son sommet, le canal dont il est traversé, ne permettent point de révoquer sa nature en doute.

Je dois cependant dire que le tissu, surtout dans l'Ergot des Graminées Européennes, est identique avec celui des vrais Sclérotes. Dans les Ergots du *Paspalum* et du *Tripsacum*, il m'a été impossible de constater la présence de la cellulose, soit par l'acide sulfurique et l'iode, soit par le chlorure de zinc et l'iode, avec ou sans ébullition préalable dans la potasse caustique : le tissu n'est pas non plus détruit par l'acide sulfurique concentré.

Ces caractères joints aux observations de M. Tulasne et de quelques autres mycologues qui ont vu des Sphéries sortir de l'Ergot du Seigle, paraissent contredire la théorie de M.

Digitized by Google

Léveillé. Toutefois on peut croire que le tissu de l'ovaire des Graminées a été profondément modifié par l'influence qui a pu en altérer la forme: et quant aux Sphéries qui se développent sur l'Ergot, il ne serait pas plus surprenant de voir le *Sph. purpurea* naître sur l'Ergot du Seigle, que les *Torrubia* et les *Isaria* sur les larves d'insectes. Ajoutons que la structure des Ergots du *Paspalum* et du *Tripsacum* non seulement confirment pleinement la théorie de M. le docteur Léveillé, mais semblent absolument incompatibles avec les idées émises par les autres observateurs.

Je vais, pour compléter cette note, donner des descriptions plus complètes que celles qui ont été faites jusqu'à présent, des deux espèces de *Sphacelia* dont je viens de parler.

SPHACELIA PASPALI, Nob.

Syn. *Spermœdia Paspali*, Fr. Syst. Myc. 2. p. 268.
Sclerotium Paspali, Schweinitz. Consp. p. 321.

Sph. receptaculo effuso, tenuissimo, hyalino, e cellulis globosis, tenuissimis formato, stigmatis fila involvente. Clinio manifesto, peripherico. Sporis minutis elongatis, cylindricis, obtusis, hyalinis.

Hab. in America septentrionali ad stigmata *Paspali ciliati?* cujus semina monstrosa efficit.

SPHACELIA TRIPSACI, Nob.

Syn. *Spermœdia Tripsaci*, Curtis.

Sph. receptaculo carnoso spongioso, cavernis anastomosantibus irregulariter dispositis sulcato. Clinio ægre distinguendo. Sporis elongatis, fusiformibus lunulatis, intus granulosis, hyalinis.

Hab. ad flores *Tripsaci dactylioidis* in Carolina septentrionali.

Digitized by Google

ANALYSE

DES

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ

RÉDIGÉE PAR LE SECRÉTAIRE.

Séance du 13 Juin 1853. (Suite.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Loch électrique.* — M. Th. Du Moncel communique à la Société la description d'un loch électrique destiné à faire apprécier le chemin parcouru en mer avec plus d'exactitude qu'on ne le fait ordinairement. (Cette description a été ajoutée par l'auteur à son Mémoire lu précédemment sur les chronoscopes et les chronographes électriques, et imprimée page 234.)

BOTANIQUE. — *Fructification du Desmarestia viridis.* — M. G. Thuret annonce à la Société qu'il a découvert la fructification du *Desmarestia viridis*. Les fructifications des espèces de ce genre étaient complètement inconnues jusqu'à présent, et leur place dans le système naturel était, par conséquent fort douteuse. M. Thuret a reconnu que les petites cellules qui forment autour de l'axe une couche corticale sont autant de sporanges remplis de zoospores. Il a vu la sortie de ces zoopores, et il a aperçu très nettement l'ouverture par laquelle ils s'é-

Digitized by Google

chappent. Ils sont d'ailleurs parfaitement semblables à ceux des autres algues olivacées, et, par conséquent, le genre *Desmarestia* rentre dans le groupe que l'auteur a proposé sous le nom de *Phæsporées*, où il devra former une tribu distincte, tant à cause de la structure de la fronde que de la disposition des sporanges.

PHYSIQUE TERRESTRE.—*Pression moyenne du baromètre suivant la latitude.* — M. Emm. Liais entretient la Société de ses recherches sur la variation de la pression moyenne du baromètre au niveau de la mer suivant la latitude. Il examine l'influence de la tension de la vapeur d'eau, de la température et de l'inclinaison des rayons solaires sur l'équilibre atmosphérique, et il arrive à une équation différentielle du second ordre renfermant ces divers éléments. Cette équation étant intégrable, la double intégration le conduit après la détermination des constantes à une équation qui donne la hauteur barométrique à toutes les latitudes. Si l'on appelle l la latitude, a la tension maxima de la vapeur d'eau sous la latitude considérée, tension fournie par la formule empirique présentée par l'auteur à la dernière séance (voir page 285), divisée par la tension de la vapeur à l'équateur $28^m,81$, et e l'épaisseur atmosphérique traversée par les rayons solaires au méridien, l'expression de cette hauteur est

$$11^{mm},30\left(a+\frac{1}{2}\frac{da^2}{dl^2}\right)-10^{mm},45\cos l\,(0,80)^e+755^{mm},11$$

Comme on le voit, cette expression renferme trois coefficients constants; le premier provient de l'action des vapeurs, dont il multiplie l'expression ; le second multiplie l'action de la température et de l'inclinaison des rayons solaires. Cette formule s'accorde d'une manière remarquable avec les faits observés : elle fait voir que la pression croît de l'équateur au 28e parallèle environ, pour décroître de ce parallèle au 70e, et croître de nouveau jusqu'au pôle. La dérivée de

Digitized by Google

cette expression par rapport à la latitude donne l'intensité et la direction de la résultante générale du vent. L'intensité est donnée par la valeur de la dérivée, la direction nord ou sud par le signe, en remarquant que, suivant l'hémisphère, les vents de nord et de sud se changent en nord-est et sud-ouest, nord-ouest et sud-est, par l'effet de la rotation du globe. Les vents sont réguliers quand tous les termes de la dérivée s'accordent pour produire la résultante; ils sont variables quand cette résultante provient de la différence de ces termes qui peuvent prendre des valeurs plus ou moins grandes par suite de circonstances accidentelles. La dérivée nulle à l'équateur indique qu'il y existe une bande de calmes, des vents réguliers de nord-est dans l'hémisphère boréal, de sud-est dans l'hémisphère austral (vents alizés) règnent ensuite jusqu'au 28e ou 30e parallèle où se trouve une nouvelle bande de calmes dans chaque hémisphère. Dans ces diverses bandes de calmes, des tourbillons, des orages troublent quelquefois l'atmosphère. Du 30e parallèle jusqu'au pôle, les vents sont variables dans les deux hémisphères, et la variabilité croît avec la latitude. Les résultantes générales sont sud-ouest du 30e au 70e parallèle, nord-est du 70e parallèle au pôle dans l'hémisphère boréal; elles sont, au contraire, nord-ouest du 30e au 70e parallèle, sud-est du 70e parallèle au pôle dans l'hémisphère austral. Quand le vent n'a pas la direction de sa résultante générale, la direction la plus fréquente doit être la direction opposée, c'est-à-dire, le nord-est dans nos climats. Toutes ces conséquences déduites de la formule, sont exactement celles qui résultent aussi des observations. Cette formule démontrée mathématiquement renferme donc la théorie générale des vents.

CHIMIE. — *Emploi du microscope dans les analyses chimiques.* — M. Besnou présente à la Société une série de dessins représentant l'aspect, sous le microscope, de diverses

Digitized by Google

solutions renfermant des sels de chaux, de magnésie, de strontiane et de baryte, et il fait voir les avantages que présente cet instrument pour la reconnaissance de ces diverses bases, avantages qu'il avait déjà exposés, mais brièvement, à la Société, dans une précédente séance. Les carbonates de strontiane et de baryte se distinguent très aisément par la forme et la disposition de leurs cristaux. La forme des cristaux de carbonate de magnésie est, au contraire, difficile à reconnaître à cause de l'excessive transparence. Les oxalates de même que les sulfates et les phosphates de ces quatre bases ne peuvent être confondus les uns avec les autres. M. Besnou signale en outre une particularité du nitrate de chaux qui, combiné avec un cinquième au plus de nitrate de strontiane, cristallise aisément et devient un sel double qui cesse d'être déliquescent.

M. Besnou entretient aussi la Société de l'emploi que l'on peut faire du microscope pour distinguer un sel dont la présence accompagne toujours celle des spermatozoaires. Ce sel est le phosphate double de soude et de chaux. Sa cristallisation que l'on fait changer par l'addition d'une goutte d'eau ammoniacée à un seizième, permet toujours de le reconnaître aisément et de s'en servir comme d'un indice qui peut être souvent utile dans des cas de médecine légale.

Séance du 27 Juin 1853.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Régulateurs de la lumière électrique.* — M. Th. Du Moncel donne lecture d'un travail sur les régulateurs de la lumière électrique, dans lequel il passe en revue les divers systèmes et décrit un régulateur de son invention pour la lumière dans l'eau. (Ce travail est imprimé page 308.)

Digitized by Google

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Moniteurs électriques.* — M. Th. Du Moncel présente ensuite une description des principaux moniteurs électriques, renfermant la description d'un moniteur électrique pour la vitesse, inventé par lui. (Ce travail est imprimé page 237.)

GÉOLOGIE. — M. J. Lesdos lit quelques notes géologiques et minéralogiques sur la commune de Vasteville (Hague). Après quelques aperçus sur la nature générale du terrain de cette commune, l'auteur décrit une carrière d'ampélite graphique et donne des détails sur cette roche et sur les usages auxquels on pourrait l'employer aux environs de Cherbourg. Quant à la fabrication de l'alun, bien que cette pierre soit souvent recouverte d'efflorescences blanches de sulfate de fer et d'alumine, elle paraît inférieure aux schistes que l'on emploie ordinairement. Cependant, comme tout porte à croire que le gîte minéralogique de Vasteville s'étend dans les communes voisines, on pourra peut-être rencontrer plus tard des veines plus propres à cette fabrication. L'auteur compare ensuite cette roche avec plusieurs schistes phyllades des environs de Cherbourg pour établir son âge relatif, et il termine par quelques recherches sur la marche des dunes de Vasteville, et quelques considérations sur les moyens de les fixer.

PHYSIQUE. — *Pile électrique.* — M. Payerne donne la description d'une pile qui lui a paru avantageuse. La disposition de cette pile est celle de l'élément de Bunsen, dans lequel l'auteur a remplacé le charbon et l'acide nitrique par une pâte formée avec de l'acide sulfurique concentré et du peroxyde de manganèse. M. Payerne a aussi quelquefois substitué de la tournure de fer au zinc de Bunsen.

MAGNÉTISME. — *Nullité de l'aimantation du fer rouge dans une spirale.* — M. Th. Du Moncel entretient la Société de diverses expériences qu'il vient de faire relativement à

Digitized by Google

l'influence de la chaleur sur l'aimantation. Après avoir rappelé la destruction du magnétisme des aimants persistants à la température rouge, destruction reconnue depuis longtemps, il fait remarquer que cette annulation de la force coercitive n'autorise pas à admettre que le fer ne puisse pas rester magnétique à cette température sous l'influence d'un courant. L'expérience seule peut résoudre cette question. L'auteur décrit les moyens qu'il a employés à cet effet, et les résultats auxquels il est parvenu. Il a constaté la nullité de l'aimantation du fer rouge dans une spirale, et l'accroissement rapide du magnétisme avec le refroidissement. Il a reconnu en outre qu'il ne se produit aucun courant thermo-électrique quand on plonge le fer rouge dans la spirale.

M. L. Fleury fait remarquer qu'il résulte de cette expérience que ce n'est pas à un excès de force coercitive qu'il faut attribuer le non-magnétisme des corps, ainsi que l'avaient pensé plusieurs physiciens, car on sait que la chaleur détruit la force coercitive du fer, puisqu'un aimant persistant perd son magnétisme à la température rouge.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Electro-moteurs.* — M. Th. Du Moncel communique un Mémoire sur les résultats de ses expériences sur les électro-moteurs. (Ce travail est imprimé page 289.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — M. Th. Du Moncel présente encore une note sur l'application de l'électricité aux instruments de musique. (Cette note est imprimée page 243.)

Séance du 11 Juillet 1853.

CHIMIE. — *Considérations pharmacologiques sur le chloroforme.* — M. Besnou lit un Mémoire sur les procédés à employer pour reconnaître la pureté du chloroforme, et sur la manière de le préparer pour l'obtenir parfaitement

Digitized by Google

pur et à un prix peu élevé. (Ce travail est imprimé page 322.)

MÉDECINE. — M. Delioux de Savignac communique à la Société une note relative à l'emploi des fumigations éthérées contre certaines formes de paracousie et contre l'otalgie, fumigations qu'il a souvent employées avec succès dans les divers cas qu'il décrit dans ce travail.

TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE.—M. Le Jolis entretient la Société d'un cas nouveau de disjonction qu'il a observé sur un pied de *Digitalis purpurea*, recueilli à Urville-Hague le 18 juillet 1852, et il communique à l'appui de sa description un dessin représentant cette monstruosité. Cette digitale présentait, par suite de l'ablation accidentelle du sommet de la tige, cinq rameaux latéraux, dont toutes les fleurs, au lieu d'être tubuleuses, avaient la corolle complètement divisée en deux parties. Le lobe inférieur était dessoudé dans son entier et formait un pétale libre, très élargi, spathulé, un peu ondulé sur les bords et pendant en forme de labelle ou tablier. La lèvre supérieure était trilobée, à lobe médian un peu fendu dans quelques fleurons. Les deux étamines inférieures, au lieu d'être conniventes par leurs anthères, étaient croisées en sautoir par le milieu de leurs filets. La séparation et l'écartement des deux lèvres de la corolle étaient très visibles même dans les plus jeunes boutons, dont la lèvre inférieure était déjà pendante en forme de cuiller, et dont la lèvre supérieure avait les bords roulés en dessous. Ce genre de disjonction, différente des disjonctions publiées par MM. Chamisso et Boreau, rentre dans ce que M. Morren appelle les *adesmies*, c'est-à-dire, le défaut de soudure d'un élément verticillaire avec ses homologues. Dans l'exemple cité par M. Boreau (flore du centre), les éléments du verticille pétaloïde, qui, réunis, forment la corolle monopétale tubuleuse, s'étaient disjoints tous les quatre. Dans le cas observé par M. Le Jolis, un seul des élé-

Digitized by Google

ments s'était séparé des trois autres qui étaient restés soudés entre eux.

Botanique. — M. Le Jolis annonce en outre qu'il a trouvé récemment dans une herborisation auprès de Barfleur le *Sedum albescens* et l'*Arum italicum;* cette dernière plante est aussi commune aux environs de Cherbourg que l'*Arum vulgare.*

Perspective. — M. Th. Du Moncel entretient la Société de ses recherches sur la cause qui fait qu'un dessin exécuté rigoureusement d'après les règles de la projection conique sur un plan perpendiculaire à l'axe optique, sorte de projection qui a été désignée sous le nom de *perspective mathématique,* ne fournit pas une représentation satisfaisante des objets et semblable à celle que fait un artiste habile. Cette cause vient de la grande différence qui existe entre le champ de la vision vague et celui de la vision tendue. Tandis que le premier renferme aisément tout un paysage ou tout un tableau, le second ne contient qu'un espace très resserré. Comme le dessinateur qui représente un paysage, le spectateur qui considère un tableau et qui se place d'ailleurs à une distance arbitraire, n'apprécient les détails, ne jugent chaque objet qu'en faisant usage de la vision tendue, il en résulte qu'ils sont obligés de déplacer l'axe optique de l'œil et de le diriger vers le centre de chaque partie qu'ils veulent examiner. La condition à laquelle doit satisfaire le tableau, est donc celle de présenter pour chaque position de l'axe optique, la perspective qui lui correspond dans le champ restreint de la vision tendue. L'auteur indique les constructions que l'on doit employer pour remplir géométriquement cette condition. La comparaison entre ces constructions géométriques et les dessins des artistes habiles, a fourni un accord remarquable. Cette théorie fait connaître un des défauts du daguerréotype dans lequel l'intersection d'un cône fixe de rayons par un plan

Digitized by Google

perpendiculaire à l'axe de ce cône, détermine l'image. Les premières recherches de M. Du Moncel sur ce sujet datent de 1845.

Séance du 25 Juillet 1853.

MÉTÉOROLOGIE.— *Bolide.*— M. Emm. Liais communique à la Société des détails sur un bolide brillant qu'il a observé à Cherbourg le 22 juillet 1853, à 10 h. 10 m. du soir. Il a paru dans le vertical de η d'Ophiucus à 2° au dessous de cette étoile. Il parcourait une trajectoire inclinée de 15° a l'horizon et se dirigeait vers l'ouest en s'abaissant. L'extinction a lieu dans le vertical de l'étoile suivante de la même constellation. La durée de l'apparition a été de 1 sec, 5. L'éclat était égal à celui de Jupiter et même un peu plus vif que celui de cette planète, avec laquelle la comparaison était facile, puisque le bolide en était peu éloigné. Il était suivi d'une traînée sensible, un peu rougeâtre et très courte. Le mouvement angulaire a peu varié pendant l'apparition, cependant il a paru se ralentir à la fin.— Ce ralentissement final est un fait que M. Liais a remarqué sur la plus grande partie des bolides qu'il a observés.

PHYSIQUE.— *Aimants.*— M. Fleury communique à la Société un fait qu'il a eu accidentellement l'occasion de constater sur un aimant persistant en fer à cheval. Si on approche un barreau de fer doux du centre d'un aimant, et si on le fait ensuite descendre le long des branches parallèlement à l'armature, on trouve une certaine distance à laquelle il fait tomber l'armature, distance qui est sensiblement la même toutes les fois que l'on répète l'expérience, pourvu que l'on détache chaque fois le barreau de l'aimant; mais si, au lieu de détacher le barreau de l'aimant, on se contente pour replacer l'armature, de remonter ce barreau

Digitized by Google

vers le centre de l'aimant, la distance de ce centre à laquelle il fait tomber l'armature, quand on le fait descendre de nouveau, est moindre qu'auparavant.

PHYSIQUE. — *Cyanomètre.* — M. Emm. Liais présente la description d'un cyanomètre fondé sur le principe de la persistance des impressions sur la rétine. Il consiste en une étoile de papier bleu, à rayons nombreux et longs, collée sur un disque circulaire blanc, animé d'un mouvement rapide de rotation. Vu de face, ce disque présente une dégradation de la teinte bleue par nuances insensibles depuis le centre jusqu'au bord. En regardant un point de ce disque à travers une ouverture, on peut aisément déterminer à quelle distance du centre doit être cette ouverture pour que le bleu ait la même teinte que celui du ciel à l'instant de l'observation, et, par conséquent, on connaîtra, si l'appareil est gradué convenablement, la proportion de blanc et de bleu nécessaire pour former cette teinte. Pour graduer l'appareil, il suffit de connaître l'intensité de la teinte, c'est-à-dire, la quantité de lumière blanche qui est encore réfléchie par le papier bleu employé. Pour cela, il suffit d'appliquer la couleur sur le papier par couches successives, autant que possible, égales, et d'examiner, après l'application de chaque couche, à quelle distance du centre de l'étoile, on retrouve le bleu que l'on avait avant l'application de cette couche, et pour cela, on gardera du papier de la teinte obtenue après chacune des couches consécutives. On saura donc ainsi quelle fraction de la lumière blanche incidente l'étoile cesse de réfléchir par l'application de chaque nouvelle couche, et on pourra alors évaluer très approximativement la quantité de lumière blanche qu'elle a cessé de réfléchir par l'application de la nouvelle couche. On connaîtra ainsi à la teinte où l'on s'arrêtera la fraction de la lumière blanche incidente que l'étoile cesse de réfléchir. Il est bon de remarquer que ce procédé est ap-

Digitized by Google

plicable à toutes les couleurs. Si donc on a un disque de la couleur orangée, complémentaire du bleu, autant que possible, pour lequel on ait déterminé la quantité de lumière blanche encore réfléchie, et si on porte l'étoile bleue sur ce disque, on examinera à quelle distance du centre toute coloration cesse, pour être remplacée par une teinte grisâtre. L'appareil étant éclairé dans une chambre noire par un point lumineux obtenu avec la lumière solaire concentrée au foyer d'une lentille, on portera alors un écran de papier blanc à une distance de ce point, telle qu'il paraisse éclairé comme le point de l'étoile tournante dont la coloration cesse. En ayant égard aux distances au point lumineux, on connaîtra donc quelle fraction de la lumière incidente, le disque et l'étoile mélangés continuent de réfléchir; en en retranchant la fraction réfléchie encore blanche au point considéré et qui est connu, on connaîtra la quantité de blanc formé par le mélange des rayons entièrement colorés, ce qui permettra de comparer la quantité de bleu réfléchie par l'étoile à la quantité de blanc qu'elle continue de réfléchir sans altération, et par conséquent l'appareil sera facile à graduer.

ASTRONOMIE. — M. L. Fleury entretient la Société d'un mémoire du P. Secchi sur l'éclipse solaire du 28 juillet 1851, inséré dans les actes de l'Académie Pontificale de Rome. A l'occasion de l'emploi de la photographie par le P. Secchi pour obtenir l'image du contour de la lune sur le soleil, il ajoute qu'il y a lieu d'espérer que l'emploi de la photographie instantanée permettra d'apprécier la durée de l'occultation des étoiles, à l'aide de la variation d'intensité de leur image développée en ruban sur une plaque daguerrienne mobile. De cette durée, on pourrait déduire le diamètre réel des étoiles, actuellement inconnu.

Digitized by Google

Séance du 8 Août 1853.

BOTANIQUE — M. Bertrand-Lachênée annonce à la Société qu'il a récemment découvert aux environs de Cherbourg les espèces suivantes qui n'avaient pas encore été signalées dans notre arrondissement : *Fumaria micrantha*, Lagasc.; *Melilotus leucantha*, Koch ; *Rosa bibracteata*, Bast.; *Rosa systyla*, Boreau ; *Callitriche pedunculata*, *D.C.*; *Festuca divaricata*, Koch ; il passe en revue les caractères distinctifs de ces diverses espèces et indique les localités où elles croissent.

BOTANIQUE. — *Observations sur les Ulex.* — M. Le Jolis lit un travail sur les ajoncs des environs de Cherbourg. (Ce travail est imprimé page 263).

BOTANIQUE. — M. Le Jolis annonce avoir recueilli dans les falaises de Gréville, les *Genista tinctoria* et *Serratula tinctoria*, non encore trouvées dans l'arrondissement de Cherbourg. Il signale en outre une particularité assez curieuse qu'il a remarquée dans la végétation de ces falaises : sur les versants herbeux et découverts qui descendent jusqu'au niveau de la mer et sont souvent arrosés par l'écume des vagues, on rencontre un certain nombre de plantes spéciales aux bois et aux localités ombragées, et dont la plupart ne se trouvent pas ailleurs aux environs, telles sont entre autres les *Orobus tuberosus*, *Agraphis nutans*, *Narcissus pseudo-narcissus*, etc. La présence de ces plantes dans une station qui maintenant ne leur convient nullement, vient confirmer une tradition conservée par les habitants de ces côtes et suivant laquelle ces falaises auraient été, à une époque reculée, recouvertes par une forêt (la forêt de Bannes) qui s'étendait assez loin sur le terrain maintenant envahi par la mer, jusqu'au delà

Digitized by Google

des rochers nommés le *Raz de Bannes*, et dont l'existence est d'ailleurs révélée par les troncs d'arbres que l'on trouve enfouis sous les sables du littoral.

Séance du 22 Août 1853.

ECONOMIE RURALE. — *Maladie des pommes de terre.* — A l'occasion d'une note sur la maladie des pommes de terre adressée dernièrement à l'Académie des Sciences par M. Nozahic, M. Besnou annonce qu'il a eu comme cet auteur, l'occasion de remarquer que les pommes de terre ne sont attaquées que lorsque leur végétation se fait à une époque tardive, et, par conséquent, tous les efforts des cultivateurs doivent être dirigés de manière à hâter autant que possible la maturité. M. Besnou appelle aussi l'attention de la Société sur la souffrance des fanes dont, maintenant, on s'inquiète trop, car les cultivateurs confondent très souvent la cessation naturelle de la végétation avec un commencement de maladie. Aussi, tous les ans, croit-on d'abord le mal beaucoup plus grand qu'il n'est réellement. La maladie des pommes de terre et celle de plusieurs autres plantes provient, dit-il, d'une perturbation dans les saisons, agissant surtout au printemps, et que l'on a pu remarquer depuis l'époque où les pommes de terre ont été atteintes pour la première fois.

M. Emm. Liais annonce qu'en effet, ses observations météorologiques faites à Cherbourg depuis 1848 jusqu'à 1852, et par conséquent, pendant des années où les pommes de terre ont été malades, confirment par leur comparaison avec les observations faites par M. Lamarche de 1838 à 1842, et par conséquent, avant la maladie des pommes de terre, la dernière remarque de M. Besnou, car la température moyenne du printemps déduite de la série 1848 à 1852 est notablement plus basse que celle de la série 1838 à 1842.

Digitized by Google

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore polaire.* — M. Emm. Liais donne lecture d'un mémoire qu'il a adressé à l'Institut en 1851 sur la hauteur des aurores boréales et sur une méthode pour déterminer cette hauteur (*comptes-rendus*, tome 33, page 302). Il présente ensuite quelques nouvelles considérations qui confirment encore ce travail. Le résultat de toutes ses recherches est que l'aurore polaire se produit souvent dans les régions inférieures de l'atmosphère. M. Liais lit ensuite une note manuscrite sur les relations qui existent souvent entre la forme de certains nuages et les apparences de l'aurore polaire. Il cite une série d'observations d'aurores ayant disparu par l'éclat du jour au lever du soleil, et ayant été remplacées par des nuages présentant une grande analogie avec l'aurore à laquelle ils succédaient; observations puisées dans les divers récits, surtout dans ceux de la commission scientifique du Nord. Il rappelle l'accroissement d'éclat des halos à la rencontre des rayons de l'aurore polaire, la présence de couronnes autour de la lune, signalée par Wrangel, quand une lueur de l'aurore s'avance vers cet astre, et il conclut de l'ensemble de ces faits que la vapeur vésiculaire et les cristaux de glace flottant dans l'atmosphère paraissent jouer un rôle important dans le curieux phénomène de l'aurore boréale. L'auteur fait voir qu'on ne peut admettre que l'action directrice du magnétisme terrestre sur les axes optiques des cristaux de glace soit la cause du parallélisme des rayons de l'aurore avec l'aiguille d'inclinaison; car, alors, il se produirait, comme l'a démontré M. Bravais, des phénomènes optiques particuliers que l'on n'a jamais constatés. Dans l'état actuel de la science, il n'existe que deux sortes de courants électriques pouvant agir dans l'orientation de l'aurore polaire : l'une est un courant de l'est à l'ouest autour du pôle magnétique agissant pour orienter les arcs; l'autre consiste en courants électriques dans la masse nua-

Digitized by Google

geuse, courants qui, sous l'influence du globe et de leur action mutuelle, doivent évidemment se superposer de telle sorte que leurs conducteurs, éclairés par l'électricité, forment par leur réunion, une colonne parallèle à l'aiguille d'inclinaison. On peut bien de cette manière, ainsi que le fait voir l'auteur, expliquer la fréquence des aurores polaires dans les latitudes élevées, leur rareté dans les latitudes moyennes, leurs apparences diverses suivant l'heure de la nuit, la plus grande fréquence de la marche du nord au sud, le sens et l'intensité de leur action sur la boussole suivant leur hauteur au-dessus de l'horizon, les variations dans la forme de l'aurore; mais cela ne suffit pas, il faudrait de nouvelles observations pour s'assurer de l'existence réelle de ces courants, ou, au moins, il faudrait pouvoir rattacher leur existence à quelque cause devant agir évidemment. Si l'on peut y parvenir pour le courant de l'est à l'ouest, en le considérant comme un courant thermo-électrique produit par l'action du soleil, il en est différemment des autres courants que l'on ne pourrait alors concevoir que comme déterminés sous l'influence du premier par les décompositions et les élévations de température qu'il doit déterminer, mais cela présente encore bien des difficultés, et c'est ce qui empêche l'auteur de présenter ces considérations comme une théorie de l'aurore polaire. Toutefois les diverses théories que l'on a proposées, même celles que l'on a faites dans ces dernières années, présentent des difficultés bien autrement sérieuses pour la plupart; et dans l'une des plus ingénieuses de ces théories, celle de M. de la Rive, l'extension des résultats de la curieuse expérience du savant physicien au cas de la nature n'est guère admissible, à cause de la grande différence des conditions dans lesquelles s'opère la marche de l'électricité, surtout en se rappelant que l'aurore polaire peut se produire dans un air dense.

Digitized by Google

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Horlogerie électrique.* — La Société entend la lecture d'un travail général sur l'horlogerie électrique, par M. Th. du Moncel, et extrait d'une histoire des applications de l'électricité qu'il publie en ce moment. Dans ce travail, l'auteur passe en revue et décrit tous les principaux systèmes de compteurs et d'horloges électriques que l'on a construits jusqu'ici, ainsi qu'un compteur inventé par lui-même et que la Société a vu fonctionner antérieurement.

A l'occasion de son système d'horloge électrique qui est décrit dans ce travail, M. Emm. Liais annonce qu'il est parvenu, par une disposition récente, à supprimer l'encliquetage et à simplifier beaucoup le mécanisme. Il décrit succinctement cette disposition sur laquelle il annonce qu'il donnera prochainement de nouveaux détails.

Séance du 12 Septembre 1853.

MÉDECINE. — *Maladies périodiques.* — M. Delioux de Savignac lit un extrait d'un travail inédit sur les maladies périodiques; cet extrait a pour objet l'étude de ces maladies. Contrairement à l'opinion professée par un grand nombre de médecins, il cherche à démontrer, avec des faits et des observations à l'appui, que ces causes ne sont pas nécessairement miasmatiques et d'origine paludéenne. Dans les cas où un miasme les a produites, il peut avoir pour point de départ la putréfaction aussi bien des matières animales que des matières végétales. Non seulement l'analyse chimique n'a pu démontrer la nature des gaz fébrifères, mais il est présumable, dans l'opinion de l'auteur, qu'il n'existe point de gaz fébrifères spéciaux, et ce qui agit comme tels, ce sont

Digitized by Google

tous les produits spontanément créés au milieu de la désagrégation des matières organiques. Plusieurs considérations d'hygiène entrent, en outre, dans ce long travail dont il est difficile de donner une analyse concise, et que l'auteur résume dans les propositions suivantes :

Des actes morbides tendent à se reproduire selon le type de la périodicité ; souvent la cause de cette tendance nous est inconnue ; plus souvent, à la vérité, nous sommes autorisés à l'attribuer à l'influence de miasmes particuliers.

Ces miasmes n'ont pas un foyer unique ; ils paraissent avoir trois sources principales :

1° Le sol, ou plutôt le sous-sol fraîchement remué et exposé à l'air, en dehors de toutes les conditions qui l'assimileraient temporairement à un terrain palustre ; il s'en élève des émanations que l'on peut nommer telluriques et qui doivent être distinguées des miasmes marécageux ;

2° Les marais, mouillés ou desséchés, temporaires ou permanents, dans lesquels sont livrés à la fermentation putride des végétaux et des animaux en proportion variable, quoique généralement, mais non toujours, à l'avantage des premiers ; les gaz qui s'en dégagent sont constitués par tous les produits ordinaires de la décomposition des matières organiques, sans que rien jusqu'ici autorise à penser qu'il se forme dans leur sein un agent fébrifère spécial ;

3° Les foyers de production des miasmes animaux, soit les corps animés privés de la vie et leurs détritus, ou les amas de déjections animales, — soit les collections d'hommes dans des espaces étroits et imparfaitement aérés ; — Ces miasmes, où les composés ammoniacaux dominent, offrant un degré de septicité plus considérable que les miasmes mixtes des marais, aggravent l'influence nocive de ceux-ci, et loin de leur présence, ils sont aptes par eux-mêmes à susciter dans l'économie, à côté de l'intoxication, la périodicité des manifestations morbides.

Digitized by Google

Ou le miasme fait défaut dans l'étiologie de la maladie périodique: il n'y a qu'un élément capital, le périodisme;

Ou le miasme apparaît comme cause efficiénte: il y a deux éléments dominants, le périodisme et l'intoxication.

Sans étiologie miasmatique il peut y avoir périodisme; l'intoxication conjointe au périodisme suppose nécessairement l'influence antérieure d'un miasme.

BOTANIQUE.— M. Besnou annonce qu'il a trouvé au delà de l'hôpital de la Marine, sur le glacis qui conduit à Sainte-Anne, un *Erythræa* à fleurs blanches qui lui a paru être le *E. ramosissima*, Pers.

ASTRONOMIE PHYSIQUE.— *Etoiles changeantes.*— A l'occasion des recherches de M. Wolf sur la périodicité du magnétisme terrestre et des taches solaires, M. Emm. Liais fait remarquer que la périodicité de ces dernières indique une analogie entre le soleil et les étoiles périodiques, sur laquelle on pourrait baser une nouvelle explication des phénomènes présentés par ces étoiles. L'absence de polarisation dans la lumière des étoiles changeantes prouve, ainsi que l'a fait voir M. Arago, que ces étoiles sont constituées comme notre soleil, et cette démonstration est fondée uniquement sur ce que la lumière, qui nous éclaire quelque temps avant la disparition et la réapparition de l'astre, n'est pas partie de tous les points du contour. Cette condition existe dans toutes les hypothèses admissibles, elle n'est nullement altérée dans celle que les étoiles périodiques seraient des soleils dont les taches irrégulières et toujours concentrées surtout, comme celles du soleil, dans la région équatoriale placée diversement par rapport à nous, pourraient acquérir des dimensions considérables. Puisque les étoiles changeantes sont constituées comme le soleil, puisque cet astre a comme elles, des périodes présentant quelques irrégularités soit dans leur longueur, soit dans la grandeur

Digitized by Google

des taches, de même que ces étoiles en présentent dans la durée de leur période et les variations de leur éclat, on doit être porté à croire qu'il n'y a entre les étoiles périodiques, le soleil et les étoiles à éclat constant, qu'une différence du plus au moins dans la grandeur et la période des taches.

Séance du 26 Septembre 1853.

BOTANIQUE. — *Nature de l'Ergot des Graminées.* — La Société entend la lecture d'un Mémoire de M. Ed. Bornet sur la nature de l'Ergot des Graminées. (Ce travail est imprimé page 337.)

TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE. — M. Bertrand-Lachênée présente à la Société un *Taraxacum dens leonis*, qui, parmi des hampes régulières à un seul capitule de fleurs, offre une autre hampe à deux anthodes contigus par les bases de leurs involucres.

CHIMIE. — *Analyse d'un Guano du Pérou.* — M. Besnou lit une Note dans laquelle il expose les résultats qu'il a obtenus en analysant un Guano du Pérou. Après avoir rappelé que les diverses analyses faites jusqu'à présent sont loin d'être concordantes entre elles, il ajoute que les différences des résultats constatés sont telles qu'il lui semble d'ici à longtemps utile de consigner tous les éléments capables de faire apprécier la valeur de ce produit d'une importance si majeure en agriculture, surtout lorsque l'on pense avoir agi sur une substance pure et de provenance certaine, telle que celle sur laquelle il a opéré, qui provenait réellement du Pérou. Ce Guano était en poudre grossière, jaune brunâtre, d'une odeur spéciale bien caractéristique, tenant pourtant de celle que répandent les oiseaux de proie ou aquatiques. Il était totalement neutre aux papiers réactifs, ne faisait pas

Digitized by Google

effervescence par les acides dilués. A la dose de quelques milligrammes, il se colorait en pourpre de la plus belle nuance par l'action successive et combinée de l'acide azotique et de l'ammoniaque (murexide). Voici les résultats de l'analyse.

Humidité	14,70
Sels solubles, chlorures, sulfates à base de potasse, soude et ammoniaque	2,00
Matière organique azotée (acide urique et urate ammonique)	53,30
Phosphates insolubles de chaux et de magnésie.	29,00
Résidu siliceux insoluble	1,00

Le dosage de l'azote par la chaux sodée et le saccharate de chaux a donné 18,05 pour cent. Voulant connaître quelle proportion de cet azote se trouvait à l'état d'ammoniaque combinée, l'auteur a opéré ce dosage avec la solution de potasse cautique à 40°. Il a trouvé 4,90 d'ammoniaque qui représentent 4,05 d'azote. Les 14 pour cent restant se trouvent donc exister à l'état d'acide urique, ou du moins pour la presque totalité. Ils constitueraient en effet, d'après les analyses de cet acide quaternaire faites par M. Liébig, environ 42,5 pour cent d'acide urique. L'auteur n'a pu obtenir avec les sels solubles dans l'eau aucune de ces réactions bien nettes qui pûssent confirmer la présence d'un phosphate et d'un oxalate soluble à base de potasse, de soude ou d'ammoniaque. Du reste, ramenée à l'état d'acide urique, la quantité de 14,05 d'azote laisse clairement voir que l'oxalate calcaire, s'il y en avait, ne s'y trouvait qu'en très minime proportion. Aussi le résidu de l'incinération n'était nullement alcalin, ce qui aurait eu lieu, dans le cas de la présence d'un oxalate calcique ou potassique en proportion quelque peu notable.

M. Besnou saisit cette circonstance pour signaler un fait qu'il a eu occasion de constater dernièrement, en

Digitized by Google

examinant un guano chargé sur un navire qui avait relâché à Cherbourg. Il ne contenait *aucune trace de guano réel et naturel; absence d'odeur, pas même la couleur ordinaire; pas de traces d'acide urique.*

COURS PUBLICS

PROFESSÉS PAR LES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ,

pendant l'hiver 1852—1853.

Cours d'Électricité et de Magnétisme, professé par M. TH. DU MONCEL.

Cours de Mécanique appliquée, professé par M. le docteur PAYERNE.

Cours d'Analyse mathématique, commencé par M. EMM. LIAIS.

Digitized by Google

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus par la Société,

du 20 Septembre 1852 au 26 Septembre 1853.

Amici (Giov.-Batt.) — *Sulla malattia dell'Uva;* in-8°, Florence, 1852.

Annuaire *météorologique de France pour 1852;* in-8°, Paris, 1853.

Annuaire *des 5 départements de l'ancienne Normandie, 19e année;* in-8°, Caen, 1853.

Bailly (J.-B.). — *Ornithologie de la Savoie, T. I.,* in-8°, Paris, 1853.

Besnou. — *Considérations pharmacologiques sur le chloroforme;* in-8°, Cherbourg, 1853.

Bologne.—Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna.— *Memorie, T. I;* in-4°, 1850.— *T. II;* in-4°, 1850.— *T. III;* in-4°, 1851. — *T. IV, fasc. I;* in-4°, 1853. —*Rendiconti delle sessioni dell' Accademia;* 6 vol. in-8°, 1846 à 1852. — *Della Instituzione de' pompieri per grandi città e terre minori di qualumque stato, opera premiata dall' Accademia;* 1 vol. in-4°, Bologne, 1852.

Bordeaux. — Académie. — *Recueil des Actes de l'Académie de Bordeaux, 14e année;* 1 vol. in-8°, 1852.

Bordeaux.—Société Linnéenne.—*Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux; T. XVIII;* in-8°, 1852-1853.

Bornet (Ed.). —*Etudes sur l'organisation des espèces qui composent le genre Meliola;* in-8°, Paris, 1852.—

Digitized by Google

Recherches sur la structure de l'Ephebe pubescens, Fr. suivies de quelques remarques sur la synonymie de cette plante; in-8°, Paris, 1852.—*De la nature de l'Ergot des Graminées;* in-8°, Cherbourg, 1853.

Bruxelles. — Académie Royale de Belgique. — *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique, T. XIX;* in-8°, 1852.— *Annuaire de l'Académie Royale de Belgique pour 1852;* in-16, Bruxelles, 1852. — *Observations des phénomènes périodiques, 1849—1850—1851;* 3 vol. in-4°, Bruxelles.

Bussy (A).— *De la pharmacie en Allemagne;* in-8°, Paris, 1853.

Bussy et Lecanu. — *Nouvelles recherches sur les corps gras;* in-8°, Paris, 1829.

Caen. — Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres.—*Mémoires,* 1849—1850—1852; 3 vol. in-8°.

Caen. — Société Linnéenne de Normandie. — *Mémoires, T. IX;* in-4°, Caen 1853.

Castagne (Louis). — *Catalogue des plantes qui croissent naturellemnt aux environs de Marseille;* 1 vol. in-8°, Aix, 1845. — *Supplément au Catalogue des plantes de Marseille;* in-8°, Aix, 1851.

Chambéry. — Académie royale de Savoie. — *Mémoires, 2e série, T. I.,* in-8°, Chambéry, 1851.

Cherbourg.—Société Impériale Académique. — *Mémoires;* 5 vol. in-8°, Cherbourg, 1835—1838—1843—1847—1852.

Cherbourg.—Société d'Agriculture.—*Annuaires agricoles;* 6 vol. in-8°, Cherbourg, 1848 à 1853.

Cherbourg.—Société d'Horticulture.—*Bulletins;* n° I, 1846. — n° II, 1848. — in-8°. Cherbourg.

Chevallier.—*Notice biographique sur A. G. Labarraque;* in-4°, Paris, 1851.

Crouan frères. — *Etudes microscopiques sur quelques*

Digitized by Google

algues nouvelles ou peu connues constituant un genre nouveau (Cylindrocarpus); in-8°, Paris, 1851.

CUIGNEAU (Th.). — *Considérations sur le développement et l'utilité des cryptogames parasites*; in-8°, Bordeaux, 1852. — *Note sur le Pilobolus crystallinus*; in-8°, Bordeaux, 1853.

DAVAINE (C.).—*Recherches sur la génération des huitres*; in-4°, Paris, 1853.

DE CALIGNY.—*Résumé succinct des expériences de M. Anatole de Caligny sur une branche nouvelle de l'hydraulique*; in-8°, Paris.

DE JUSSIEU (Ant.-Laur.). — *Sur la famille des plantes Rubiacées*; in-4°, Paris, 1820.

DE JUSSIEU (Adrien).— *Considérations sur la famille des Euphorbiacées*; in-4°, Paris, 1823.—*Note sur la famille des Penæacées*; in-8°, Paris, 1846.—*Note sur des feuilles monstrueuses d'une espèce d'Erable*; in-8°, Paris, 1841. — *Rapport sur un Mémoire du Dr Weddell, intitulé : Histoire naturelle des Quinquinas*; in-4°, Paris, 1849. — *Rapport sur la Rumphia de Blume*; in-4°, Paris, 1851. — *Rapport sur un Mémoire du prof Parlatore, ayant pour titre : Sur le Papyrus des anciens et sur le Papyrus de Sicile*; in-4°, Paris, 1852. — *Instructions pour les voyageurs sur la manière de recueillir et d'envoyer les objets d'histoire naturelle*; in-8°, Paris, 1845.

DELIOUX DE SAVIGNAC. — *Histoire naturelle médicale de la Nicotiane*; in-4°, Montpellier, 1844. — *Considérations chimiques, physiologiques et thérapeutiques sur les sels d'argent*; in-8°, Paris, 1851. — *Considérations générales sur l'action physiologique et thérapeutique des acides végétaux*; in-8°, Paris, 1851. — *Mémoire sur l'Ipeca*; in-8°, Paris, 1852. — *Etudes sur les pro-*

Digitized by Google

priétés physiologiques et thérapeutiques des composés ammoniacaux; in-8°, Paris, 1851. — *Examen critique de la médication émolliente et des remèdes béchiques et pectoraux, suivi de formules de médicaments balsamo-alcalins;* in-8°, Paris, 1851. — *De l'emploi du tartrate de soude comme purgatif;* in-8°, Paris, 1851; — *Discours prononcé à l'École de médecine navale de Rochefort pour l'ouverture du cours de matière médicale;* in-8°, Rochefort, 1846. — *Essai sur l'emploi des injections iodées dans le traitement de la dyssenterie chronique;* in-8°, Paris, 1853.

De Lorière (Gust.). — *Instruction sur la recherche des Coquilles fossiles;* in-8°, Paris, 1852.—*Réunion extraordinaire de la Société géologique de France au Mans;* in-4°.

De Montrond. — *Histoire de la conquête de l'Algérie, de 1830 à 1847;* 2 vol. in-8°, Paris, 1847.

Des Moulins (Charles).— *Etudes sur les Echinides;* 1 vol. in-8°, Bordeaux, 1835.—1837. — *Etat de la végétation sur le pic du midi de Bigorre;* in-8°, Bordeaux, 1844. — *Note sur le Sisymbrium bursifolium;* in-8°, Bordeaux, 1845. — *Documents relatifs à la naturalisation en France du Panicum digitaria, Laterr.;* in-8°, Bordeaux, 1848. — *Catalogue raisonné des phanérogames de la Dordogne, 2e supplément;* in-8°, Bordeaux, 1849. — *Dissertation sur deux rocs branlants du Nontronnais;* in-8°, Bordeaux, 1849. — *Note sur les feuilles du Scirpus lacustris, L.;* in-8°, Bordeaux, 1849.—*Discours d'ouverture prononcé dans la séance publique de la Société Linnéenne de Bordeaux, le 7 novembre 1849;* in-8°, Bordeaux, 1850. — *Erythræa et Cyclamen de la Gironde;* in-8°, Bordeaux, 1851.— *Une visite au berger des Eaux-Bonnes;* in-8°, Bordeaux, 1852.— *Rapport du*

Digitized by Google

Congrès scientifique d'Orléans sur la maladie du raisin; in-8°, Bordeaux, 1851. — *Discours sur l'évolution des forces vitales dans la nature;* in-8°, Bordeaux, 1852.

Del Giudice (il cav. Francesco). — *Della Instituzione dei Pompieri per grandi città e terre minori di qualumque stato, libri tre;* 1 vol. in-4°, Bologne, 1852.

Deville (Ch. Sᵗᵉ-Claire).—*Voyage géologique aux Antilles et aux iles de Ténériffe et de Fogo;* 5 livraisons in-4°, Paris, 1847.

Dijon. — Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres. — *Mémoires, 2ᵉ série, T. I;* in-8°, Dijon, 1852.

Duby (J.-E.), — *Revue des principales publications relatives aux cryptogames qui ont paru en 1851 et 1852;* in-8°, Genève, 1853.

Du Mongel (Théodose). — *De Venise à Constantinople à travers la Grèce, et retour par Malte, Messine, Pizzo et Naples;* 1 vol. in-f°, Paris, 1847. — *Le manoir de Tourlaville;* 1 vol. in-f°, Paris, 1849. — *Planches de la notice de l'exploitation rurale de Martinvast*; in-f°, Paris, 1843. — *Rapport sur les monuments de l'arrondissement de Cherbourg;* in-8°, Cherbourg, 1841. — *Théorie de la perspective apparente, suivie d'une notice sur l'art lithographique;* in-8°, Paris, 1847. — *Des observations météorologiques et de leur utilité;* in-8°, Cherbourg, 1851. — *Mémoires sur les anémomètres à indications continues établis à Cherbourg;* in-8°, Paris, 1851.—*L'électricité appliquée aux sciences. Anémographie électrique;* in-8°, Paris, 1852. — *L'électricité appliquée à l'industrie. Des électro-moteurs;* in-8°, Paris, 1852. — *Note sur l'électro-magnétisme et ses applications ;* in-8°, Valognes, 1852. — *Exposé sommaire des principes et des lois de l'électricité ;* in-8°, Cherbourg,

Digitized by Google

1853. — *Exposé des applications de l'électricité, T. I;* in-8°, Cherbourg, 1853.

DURAND et MANOURY. — *Sur l'accroissement en diamètre des plantes dicotylées;* in-4°, Paris, 1852.

Favorite (Voyage de la). — *Voy.* Voyages.

FILHOL et JOLY. — *Description d'un monstre pygomèle de l'espèce bovine, suivie de l'analyse chimique du lait fourni par chacun des individus composants;* in-8°, Toulouse, 1852.

Florence. — R. accademia economico-agraria dei Georgofili. — *Rendiconti delle adunanze;* in-8°, Florence, 1853.

GIRARDIN (J.) et MORIÈRE. — *Résumé de conférences agricoles sur les fumiers;* in-16, Rouen, 1852.

GISTEL. — *Voy.* TILESIUS.

HARVEY (W.-H.). — *Nereis boreali-americana, or contributions towards a history of the marine algæ of the atlantic and pacific coasts of north america; pars prima : melanospermeæ;* 1 vol. in-4°, Washington, 1851. — *Pars secunda : Rhodospermeæ;* 1 vol. in-4°, Washington, 1853.

JARDIN (Edélestan). — *Voyage sur les bords du Rio-Nunez en 1848;* in-8°, Cherbourg, 1851. — *Herborisations sur la côte occidentale d'Afrique pendant les années 1845 à 1848;* in-8°, Paris, 1851.

JOLY (N.). *Note sur l'unité de composition du lait des mammifères et du contenu de l'œuf de poule, et sur la possibilité de substituer l'un à l'autre dans l'alimentation artificielle des nouveaux-nés;* in-8°, Toulouse, 1850. — *Notice sur la naturalisation et la domestication en France du Lama et de l'Alpaca;* in-8°, Toulouse. — *Etudes tératologiques sur une chatte gastromèle observée vivante à Toulouse;* in-8°, Toulouse, 1852. — *Notice sur une momie américaine du temps des Incas,*

Digitized by Google

trouvée dans la Nouvelle-Grenade; in-8°, Toulouse, 1851. — *Nouvelles expériences tendant à réfuter la prétendue circulation péritrachéenne chez les insectes;* in-8°, Toulouse, 1852.

JOLY et FILHOL.— *Description d'un monstre pygomèle de l'espèce bovine, suivie de l'analyse chimique du lait fourni par chacun des individus composants*; in-8°, Toulouse, 1852.

JOLY et LAVOCAT.— *Etudes d'anatomie philosophique sur la main et le pied de l'homme et sur les extrémités des mammifères ramenées au type pentadactyle* ; in-8°, Toulouse, 1852.

JOLY et LEYMERIE. — *Mémoire sur les Nummulites considérées zoologiquement et géologiquement*; in-8°, Toulouse, 1848.

JUBINAL (Achille). — *Mémoires sur les manuscrits de l'école de médecine de Montpellier, contenant la correspondance de Christine de Suède; 1re, 2e et 3e parties,* in-8°, Paris, 1849—1852.

LAMBERT. — *Rédaction de quelques leçons sur la théorie des temps*; in-4°, Cherbourg, 1853.

LAVOCAT et JOLY. — *Etudes d'anatomie philosophique sur la main et le pied de l'homme et sur les extrémités des mammifères ramenées au type pentadactyle* ; in-8°, Toulouse, 1852.

LE CANU (L.-R.). *Cours complet de pharmacie*; 2 vol. in-8°, Paris, 1842. — *Etudes chimiques sur le sang humain*; in-4°, Paris, 1837. — *Des falsifications des farines*; in-8°, Paris. — *Observations sur la composition chimique des corps gras*; in-8°, Paris.—*Nouvelles recherches sur les corps gras*; in-8°, Paris, 1829. — *Compte rendu du concours de 1847 à l'école de pharmacie de Paris*; in-8°, Paris.— *Rapport sur l'état actuel de l'enseignement*

Digitized by Google

dans l'école de pharmacie de Paris; in-8°, Paris, 1836. —*Nouvelles études chimiques sur le sang*; in-8°, Paris, 1852.—*Examen d'un nouveau produit naturel importé d'Amérique, et formé en partie de Borate de soude et de Borate de chaux*; in-8°, Paris, 1853.

LE JOLIS (Auguste). — *Observations sur quelques plantes rares découvertes aux environs de Cherbourg*; in-8°, Cherbourg, 1846. — 2e *édition*, in-8°, Paris, 1847. — *Mémoire sur l'introduction et la floraison à Cherbourg d'une espèce peu connue de Lin de la Nouvelle-Zélande, et revue des plantes confondues sous le nom de Phormium tenax*; in-8°, Cherbourg, 1848. — *Note sur les serres du Vast;* in-8°, Cherbourg, 1846. — *Procédure au XVe siècle relative à la confiscation de biens saisis sur un anglais et adjugés à un gouverneur de Cherbourg*; in-8°, Cherbourg, 1851. — *Note sur l'Œdipode voyageuse ou Sauterelle de passage, trouvée à Cherbourg*; in-8°, Cherbourg, 1852. — *Notice sur l'origine et l'établissement de la foire Saint-Clair de Querqueville*; in-8°, Cherbourg, 1852.— *Quelques réflexions sur l'étude de la botanique, et détails sur le mode de reproduction des algues zoosporées*; in-8°, Cherbourg, 1852. — *Observations sur les Ulex des environs de Cherbourg*; in-8°, Cherbourg, 1853.

LEYMERIE et JOLY. — *Mémoire sur les nummulites considérées zoologiquement et géologiquement*; in-8°, Toulouse, 1848.

LIAIS (Emmanuel). — *Considérations sur le climat de Cherbourg*; in-8°, Cherbourg, 1848. — *Théorie mathématique des oscillations du baromètre, et recherches de la loi de la variation moyenne de la température avec la latitude*; in-8°, Cherbourg, 1851.— *Note sur les observations faites à Cherbourg pendant l'éclipse de*

Digitized by Google

soleil du 28 Juillet 1851; in-8°, Cherbourg, 1854. — *Mémoire sur la substitution des électro-moteurs aux machines à vapeur, et description d'un électro-moteur de grande puissance et d'une horloge électro-magnétique*; in-8°, Paris, 1852. — *Mémoire sur un bolide observé dans le département de la Manche ;* in-8°, Cherbourg, 1852.— *Sur les sources de lumière et les causes de non-interférence;* in-8°, Cherbourg, 1853. — *Recherches sur la température de l'espace planétaire;* in-8°, Cherbourg, 1853.

Londres.— Linnean Society.— *Proceedings of the Linnean Society of London, T. I.;* 1 vol. in-8°, 1838—1848.—*T. II,* id. 1848—1852.

Lucas (Hippolyte).—*Observations sur les insectes myriapodes;* in-8°, Paris, 1846. — *Observations sur les métamorphoses de la Lachnea vicina;* in-8°. Paris, 1851. — *Observations sur un nouveau genre de la classe des myriapodes* (*Piestodesmus*); in-8°. Paris, 1849. — *Description et figure d'une aranéide nouvelle pour la faune parisienne* (*Salticus formicæformis*). — *Observations sur les Carabus qui habitent les possessions françaises du nord de l'Afrique et description d'une espèce nouvelle de ce genre;* in-8°, Paris, 1850.— *Note sur les transformations du Bombylius Bogharіensis ;* in-8°, Paris, 1851. — *Observations sur le genre Dasysterna;* in-8°, Paris, 1849. — *Observations sur les métamorphoses de la Titubœa octosignata;* in-8°, Paris, 1850. — *Observations sur un nouveau genre de l'ordre des coléoptères* (*Stenomera*)*;* in-8°, Paris, 1846. — *Nouvelles observations sur les fourreaux de la Titubœa octosignata et de la Lachnœa vicina;* in-8°, Paris, 1851. — *Observations sur les lépidoptères des genres Papilio, Antocharis, Cigaritis et Cerocala, qui habitent les possessions*

Digitized by Google

françaises du nord de l'Afrique; in-8°, Paris, 1849. — *Observations sur un nouveau genre de décapodes macroures (Solenocera);* in-8°, Paris, 1849. — *Observations sur quelques espèces nouvelles de Crustacés qui habitent le nord de l'Afrique;* in-8°, Paris, 1849. — *Quelques remarques géographiques sur les Acrydites qui habitent les possessions françaises du nord de l'Afrique, et description de deux nouvelles espèces appartenant à cette famille;* in-8°, Paris, 1851; — *Description et figure d'un nouveau genre d'hyménoptères de la famille des fouisseurs (Clavelia);* in-8°, Paris, 1852. — *Remarques sur les métamorphoses observées chez les Elatérides, et description et figure de la larve de l'Agrypnus atomarius;* in-8°, Paris, 1852.

MANOURY et DURAND. — *Sur l'accroissement en diamètre des plantes dicotylées;* in-4°, Paris, 1852.

MENEGHINI (G.) et P. SAVI. — *Sulle appendici apicilari proprie alle foglioline dell'Acacia cornigera;* in-8°.

MORIÈRE. — *Note sur un dépôt de grès situé dans la commune de Sainte-Opportune;* in-4°, Caen, 1853. — *Promenades de la société Linnéenne de Normandie, procès-verbaux;* in-4°, Caen, 1853.— *Industrie potière dans le département du Calvados;* in-4°, Caen, 1848.— *Essai sur la poterie de Noron;* in-4°, Caen, 1847.—*Note sur quelques phénomènes minéralogiques et géologiques observés dans le Calvados;* in-4°, Caen, 1849.

MORIÈRE et J. GIRARDIN. — *Résumé de conférences agricoles sur les fumiers;* in-16, Rouen, 1852.

MORREN (Charles).—*Lobelia, ou recueil d'observations de botanique et spécialement de tératologie végétale ;* in-8°, Bruxelles, 1851.

Munich. — *Statuten der münchener Verein fur Naturkunde;* in-8°, Munich, 1849.

Digitized by Google

PAYERNE. — *Perfectionnement des modes de construction des travaux hydrauliques, la digue de Cherbourg prise pour terme de comparaison; et projet de chemin de fer sous-marin entre Calais et Douvres;* in-8°, Cherbourg, 1851.

QUÉTELET (A.) — *Sur le climat de la Belgique; des pluies, des grêles et des neiges;* in-4°, Bruxelles, 1852. — *Pressions et ondes atmosphériques;* in-4°, Bruxelles, 1851.

RAOUL (E.). — *Choix de plantes de la Nouvelle-Zélande, recueillies et décrites par E. Raoul;* in-4°, Paris, 1846.

RATHSAMHAUSEN. — *De la formation du système solaire et structure du globe terrestre;* in-16, Cherbourg, 1851. — *Description et cause des formations et des révolutions qui se sont succédé sur le globe terrestre. Discussion des différentes hypothèses que l'on peut émettre sur les satellites. Mémoire sur le terrain de Cherbourg;* in-16, Cherbourg, 1852.

RIDOLFI (il marchese Cosimo). — *Elogio del professore Gaetano Savi;* in-4° Modène, 1845.

Rochefort.— *Travaux de la Société d'Agriculture, Sciences et Belles-Lettres de Rochefort, 1851—1852;* in-8°, Rochefort, 1852.

Rome. — *Accademia pontificia dei nuovi Lincei. — Atti, T. I.;* in-4°, Rome, 1851. — *T. IV;* in-4° 1851. — *T.V., fasc. I;* in-8°, 1852.

Rouen. — Société libre des pharmaciens de Rouen. — *Bulletin des travaux;* in-8°, Rouen, 1852.

ROUX (Jules). — *Névralgies faciales; résection des nerfs;* in-8°, Paris, 1852.

SAVI (Gaetano). — *Descrizione di una specie di Elœagnus e di varie altre piante;* in-4°, Modène, 1836. — *Sopra varie specie di Origanum, Celastrus, Phaseolus;* in-4°,

Digitized by Google

Turin, 1834. — *Sull'Erigeron siculum;* in-4°, Modène, 1841. — *Alcune osservazioni botaniche;* in-8°, Milan, 1820. — *Memorie sopra i Trifoglii vescicosi e sopra il Trifolium Boccone;* in-8°, Pize, 1809.—*Memoria continente alcune correzioni ed aggiunte alle Observationes in varias trifoliorum species;* in-8° Milan 1817. — *Sulla Magnolia grandiflora e sulla Magnolia acuminata;* in-8°, Milan, 1819. — *Sulla naturalizione delle piante;* in-8°, Pise, 1822. — *Sul Ciliego pendulo* (*Prunus semperflorens, Willd*); in-8°, Pise, 1832. — *Sul legname d'Abeto;* in-8°, Pise, 1832. — *Sulla Melia azedarach;* in-8°, Pise, 1833. — *Osservazioni sopra i generi Phaseolus e Dolichos;* in-8°, Pise, 1822—1828.

Savi (Pietro). — *Sopra la microscopica composizione degli strobili di alcune Conifere;* in-4°, Turin. — *Alcune osservazioni sopra un fenomeno fisico presentato dalle fronde dello Schinus molle, gettate che siano sull'acqua;* in-8°, Pise, 1836. — *Lettera al redattore della notizia inserita nel n° 5, anno 1829, del Bulletin di Ferussac, intorno la memoria del Dott. G. W. Bischoff, sulla Salvinia natans;* in-8°, Pise, 1830. — *Rapport sur un mémoire de M. Wydler, ayant pour titre : Recherches sur la formation de l'ovule et de l'embryon des Scrophulaires;* in-8°, 1838. — *Sull'Araucaria Ridolfiana, lettera al signor marchese Cosimo Ridolfi;* in-8°, 1842. — *Descrizione della Fimbrystilis cioniana;* in-8°, Pise, 1843. — *Considerazioni sulla morfologia delle fronde dei Berberis e di alcune Euphorbie a fusto grasso;* in-8° 1843. — *Sulle aberrazioni del piano normale di distribuzione che sogliano asservarsi nel sistema ascendenti delle Geraniace;* in-8°,1843. — *Osservazioni botaniche nel fungo microscopico che infetta la vite;* in-8°, Florence, 1851.

Digitized by Google

SAVI (P.) et MÉNEGHINI. — *Sulle appendici apicilari proprie alle foglioline dell'Acacia cornigera;* in-8°.

SIVARD DE BEAULIEU (Gust.).— *Essai sur la multiplication des poissons ;* in-8°, Valognes, 1851. — *Multiplication des poissons de mer sur les côtes du département de la Manche;* in-8°, Cherbourg, 1852.

THURET (Gustave). — *Recherches sur les zoopores des algues, et les anthéridies des cryptogames;* 1 vol. in-8°, Paris, 1851. — *Note sur la fécondation des fucacées;* in-8°, Cherbourg, 1853.

TILESIUS (Johannes GISTEL). — *Systema insectorum, fasc. I;* in-8°, Munich, 1837.— *Systematische Uebersicht der Wangen und Cicaden;* in-8°, Munich, 1837. — *Beschreibung des Skeletes der dreisteisigen Nachtaffers (Nyctipithecus trivirgatus);* in-8°, Leipsig, 1836. — *Beobachtungen und Bemerkungen aus den Gebiete der Zoologie, Physiologie und vergleischenden Anatomie. — Hertha, Zeitschrift;* in-4°, 1837. — *Isis, encyclopedisch Zeitschrift;* 1 vol. in-8°, 1850.

TRAVERS (Julien). — *Annuaire de Normandie pour 1852;* 1 vol. in-8°, Caen, 1852. — *Almanach historique de la République française;* in-8°, Caen, 1851.— *L'Antirouge;* in-8°, Paris, 1851.

Voyage *autour du monde par les mers de l'Inde et de la Chine, sur la corvette la Favorite, 1830—1832. — Histoire naturelle;* 7 liv. in-8°, Paris, 1836.

Voyage géologique aux Antilles, etc. — *Voy.* DEVILLE.

Digitized by Google

LISTE

DES MEMBRES

DE LA SOCIÉTÉ.

MM. Th. du Moncel, Aug. Le Jolis, et Emm. Liais, ayant formé le projet de fonder, à Cherbourg, une Société des Sciences, rédigèrent des Statuts. MM. Jardin, David, Payerne, Jouvin, Delioux de Savignax, Sivard de Beaulieu, Bertrand-Lachênée, Massieu, et Morel, y ont adhéré, et ont signé avec eux la demande d'autorisation adressée à M. le Ministre de l'Instruction publique.

Membres du Bureau.

Année 1852-1853.

MM.

Président..... Vte Th. du MONCEL.

Vice-Président..... J. DELIOUX de SAVIGNAC.

Secrétaire..... Emm. LIAIS.

Trésorier-Archiviste. Aug. LE JOLIS.

Digitized by Google

Membres titulaires.

Section des Sciences médicales.

MM.

DELIOUX DE SAVIGNAC (le Dr J.), médecin en chef de la marine, à Cherbourg.
MASSIEU (H. J.), Dr médecin.

Section de Zoologie et de Botanique.

MM.

LE JOLIS (Auguste), membre de plusieurs sociétés savantes.
JARDIN (Edélestan), aide-commissaire de la marine.
SIVARD DE BEAULIEU (Gustave), naturaliste.
BERTRAND-LACHÊNÉE (L. M.), id.
THURET (Gustave), botaniste.
BORNET (Edouard), id.

Section de Géologie, Minéralogie et Chimie.

MM.

DAVID (Jules), pharmacien.
PAYERNE (le Dr P. A.), membre de plusieurs sociétés savantes.
MOREL (Ch. A.), officier de la marine impériale.
BESNOU (L.), pharmacien en chef de la marine à Cherbourg.
LESDOS (Jules), pharmacien.

Digitized by Google

Section de Physique, Météorologie et Astronomie.

MM.

DU MONCEL (le vicomte Théodose), membre de plusieurs sociétés savantes.
LIAIS (Emmanuel), membre de plusieurs sociétés savantes.
FLEURY (L. Lucien), id.
DE MONTROND (Paul), capitaine d'artillerie.
MANGIN (Amédée), ingénieur de la marine.
LAMBERT (G.), professeur d'hydrographie.

Membres correspondants.

Section des Sciences médicales.

MM.

Dr BLACHE, directeur de la santé, à Marseille.
Dr DUPONT, président de la Société médicale d'Amiens.
Dr PELLETIER-SAUTELET, secrétaire perpétuel de l'Académie d'Orléans.
Dr J. ROUX, chirurgien en chef de la marine, à Toulon.

Section de Zoologie et de Botanique.

Zoologie.

MM.

BURMEISTER (Dr Herman), professeur de zoologie, à Halle (Prusse).
CHESNON, naturaliste, à Evreux.
DE QUATREFAGES, membre de l'Institut, à Paris.
DE SELYS-LONGCHAMPS, membre de l'Académie des

Digitized by Google

Sciences de Belgique, à Liége.

EHRENBERG (Dr C. G.), membre de l'Académie des Sciences de Prusse, à Berlin.

EUDES-DESLONGCHAMPS, doyen de la Faculté des Sciences de Caen.

FLOURENS, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de l'Institut, à Paris.

GAYMARD (Paul), ancien président de la Commission scientifique du nord, à Paris.

GEOFFROY-St-HILAIRE (Isid.), membre de l'Institut à Paris.

JOLY (N.), professeur de zoologie à la faculté des Sciences de Toulouse.

LAURENT, ancien chirurgien en chef de la marine, à Paris.

LICHTENSTEIN (Dr H. Car.), membre de l'Académie des Sciences de Prusse, à Berlin.

LUCAS (Hipp.) secrétaire de la Société entomologique de France, à Paris.

MILNE-EDWARDS, membre de l'Institut, à Paris.

POUCHET, professeur à la Faculté des Sciences de Rouen.

RETZIUS (Dr Andreas), membre de l'Académie des Sciences de Suède, à Stockholm.

SERRES, membre de l'Institut, à Paris.

SIEBOLD (Dr C. von), prof. de zoologie à Erlangen (Bavière).

TEMMINCK (Dr Conradus), directeur du musée d'histoire naturelle des Pays-Bas, à Leyde.

TIEDEMANN (Dr Fridericus), associé étranger de l'Académie des Sciences de Paris, à Heidelberg (Bade.)

TILESIUS (Dr J. Gistel), secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences naturelles, à Munich (Bavière.)

VALENCIENNES, membre de l'Institut, à Paris.

Botanique.

MM.

AGARDH (Dr C. A.), évêque de Carlstadt (Suède.)

Digitized by Google

AGARDH (Dr J. G.), professeur de botanique, à Lund (Suède.)
BAILEY (J. W.), professeur de botanique, à New-Yorck.
BALFOUR (J. Hutton), président de la Société botanique d'Edimbourg.
BERTOLONI (Dr Antonio), professeur à l'Université de Bologne (Italie).
BISCHOFF (Dr Gott. Wilh.), professeur à l'Université de Heidelberg (Bade).
BLUME (Dr Car. Lud.), professeur à l'Université de Leyde (Hollande).
BOREAU (A.), directeur du Jardin-des-Plantes d'Angers.
BRAUN (Dr Alex.), directr. du Jardin-des-Plantes de Berlin.
BRONGNIART (Ad.), membre de l'Institut, à Paris.
BROWN (Robert), associé étranger de l'Acad. des Sciences de Paris, président de la Société Linnéenne de Londres.
BUNGE (Dr A.), directeur du Jardin-des-Plantes de Dorpat (Livonie).
CASTAGNE (Louis), à Montaud, près Aix.
CHAUVIN (J.), professeur à la Faculté de Caen.
COSSON (Ernest), à Paris.
CROUAN (H.), à Brest.
CROUAN (L.), à Brest.
CUIGNEAU (Th.), à Bordeaux.
DE BRÉBISSON (Alph.), à Falaise.
DECAISNE (Joseph), membre de l'Institut, professeur au Muséum, à Paris.
DE CANDOLLE (Alph.), professeur de Botanique, à Genève.
DE MARTIUS, directeur du Jardin-des-Plantes de Munich.
DES MOULINS (Ch.), président de la Société Linnéenne de Bordeaux.
DE NOTARIS, directeur du Jardin-des-Plantes de Gênes.
DICKIE (G.), professeur de botanique à Belfast (Irlande).
DUBY (J. E.), professeur de botanique à Genève.

Digitized by Google

DURAND-DUQUESNAY, à Lisieux.
FISCHER (Dr Fr. Ern.), directeur du Jardin-des-Plantes de Saint-Pétersbourg.
FISCHER DE WALDHEIM, professeur d'histoire naturelle à Moscou.
FRIES (Dr Elias), professeur de botanique à Upsal (Suède).
GAUDICHAUD (Charles), membre de l'Institut, à Paris.
GAY (J.), à Paris.
GODRON, recteur de l'Académie du Doubs, à Besançon.
GRENIER, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.
GUSSONE (Dr Giovanni), directeur du Jardin-des-Plantes de Naples.
HARTING (Dr G.), directeur du Jardin-des-Plantes d'Utrecht.
HARVEY (W.), professeur à l'Université de Dublin (Irlande).
HOFMEISTER (Dr Wilhem), à Leipsick (Prusse).
HOLANDRE, à Metz.
HOOKER (sir William), directeur des Jardins Royaux de Kew (Angleterre).
HOOKER (J. Dalton), à Kew.
JORDAN (Alexis), à Lyon.
LE GALL, à Rennes.
LE MAOUT (Emm.), professeur d'Histoire naturelle, à Paris.
LE NORMAND (René), à Vire.
LESPINASSE (Gust.), à Bordeaux.
LINDLEY (Dr John), membre de la Société Royale de Londres.
MEYER (Dr C. A.), prof. de botanique, à St-Pétersbourg.
MIQUEL (G.), directeur du Jardin-des-Plantes d'Amsterdam.
MOHL (Hugo von), professeur à Tubingen (Wurtemberg).
MONTAGNE (Dr Camille), membre de l'Institut, à Paris.
MOQUIN-TANDON, professeur de botanique à la faculté de médecine de Paris.
MORREN (Charles), membre de l'Académie des sciences de Belgique, à Liége.

Digitized by Google

MULLER (Dr Carolus), à Halle (Prusse).
NEES von ESENBECK, Président de l'Académie Impériale Léopoldino-Caroline des Curieux de la nature, à Breslau.
PARLATORE (Philippi), directeur du Jardin-des-Plantes de Florence.
PURKINGE (Dr John), à Breslau (Prusse).
REICHENBACH (Dr H. L.), à Dresde (Saxe).
RIDOLFI (marquis Cosimo), Président de la Société des Géorgophiles de Florence.
RIDOLFI (marquis Luigi), secrétaire de la Société des Géorgophiles de Florence.
RŒPER (Dr John), professeur de botanique à Rostock (Mecklembourg).
RUPRECHT (F. G.), membre de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg.
SAVI (Pietro), professeur de botanique à Pise (Toscane).
SCHACHT (Dr Hermann), à Berlin.
SCHIMPER (W. P.), conservateur du Muséum d'Histoire naturelle de Strasbourg.
SCHLECHTENDAL (Dr F. L. von), directeur du Jardin-des-Plantes de Halle (Prusse).
SCHLEIDEN (Dr M. J.), prof. de botanique à Iéna (Saxe).
SOYER-WILLEMET, à Nancy.
TENORE (Michele), professeur de botanique à Naples.
TREVIRANUS (Dr R. C.), prof. de botan. à Bonn (Prusse).
VISIANI (Roberto de), directeur du Jardin-des-Plantes de Padoue (Autriche).
WALLICH (Nathaniel), V.-Prés. de la Soc. linn. de Londres.

Section de Géologie, Minéralogie et Chimie.

Géologie et Minéralogie.

MM.
CORDIER, membre de l'Institut, prof. au Muséum de Paris.

Digitized by Google

DE CAUMONT, membre correspondant de l'Institut, à Caen.
DE LORIÈRE, à Paris.
DE NATALE (Dr Giuseppe), professeur de géologie à Messine (Sicile).
ELIE DE BEAUMONT, Sénateur, Inspecteur général des mines, à Paris.
MORIÈRE, à Caen.

Chimie.

MM.

BUSSY (A.), directeur de l'école de pharmacie, à Paris.
CHATIN, professeur à l'école de pharmacie, à Paris.
DONNY, à Gand.
DUMAS, Sénateur, membre de l'Institut, à Paris.
DUROCHER, à Rennes.
GIRARDIN, (J.), secrétaire perpétuel de l'acad. de Rouen.
JOUVIN, pharmacien professeur de la marine, à Rochefort.
LE CANU, professeur à l'école de pharmacie, à Paris.
LIEBIG, à Giessen.
MORIDE, à Nantes.
PAYEN, membre de l'Institut, à Paris.
PELOUZE, membre de l'Institut, Directeur de la monnaie, à Paris.
PIERRE (Isid.), professeur à la faculté des Sciences de Caen.
SOUBEIRAN, professeur à l'école de pharmacie de Paris.
WURST, Professeur à l'école de médecine, à Paris.

Section de Physique, météorologie et Astronomie.

MM.

ABRIA, professeur à la faculté des Sciences de Bordeaux.
AIRY, (J. B.) astronome royal d'Angleterre, à Greenwich.

Digitized by Google

AMICI (Giov. Batt.), professeur d'astronomie, à Florence.
BIANCHI (Giuseppe), directeur de l'Observatoire de Modène.
BOND, directeur de l'Observatoire de Cambridge (Massachusetts).
BRAVAIS, professeur à l'école polytechnique, à Paris.
DE CALIGNY (Anatole), membre de la Société philomatique, à Paris.
DE GASPARIS, astronome, à Naples.
DE HUMBOLDT (Alexandre), associé étranger de l'Académie des sciences de l'Institut de France, à Berlin.
DE LITTROW, directeur de l'Observatoire de Vienne.
DESSAINS, professeur de physique, à Paris.
DOVE, membre de l'Académie royale, à Berlin.
ENCKE, directeur de l'Observatoire de Berlin.
ERMAN, membre de l'Académie royale, à Berlin.
GOUJON, astronome à l'Observatoire de Paris.
GRAHAM, astronome à Markree (Irlande.)
HAEGHENS, secrétaire de la Société météorologique de France, à Versailles.
KAEMTZ, professeur de physique à l'Université de Halle.
KUPFER, directeur de l'Observatoire physique central de Russie.
LAUGIER, membre de l'Institut et du bureau des longitudes, à Paris.
LEBOUCHER, professeur de physique, à Caen.
LE VERRIER, sénateur, membre de l'Institut, à Paris.
MARTINS (Ch.), professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.
MASSON, professeur de physique, à Paris.
MATTEUCCI, directeur des lignes télégraphiques de la Toscane, à Pise.
MELLONI, directeur de l'établissement physico-météorologique de Naples.

Digitized by Google

OLMSTED, astronome, à New-Haven (Connecticut.)
PETERS, astronome, à Kœnigsberg.
PETIT, directeur de l'Observatoire de Toulouse.
PLANTAMOUR, directeur de l'Observatoire de Genève.
PLUCKER, professeur à Bonn.
POUILLET, membre de l'Institut, à Paris.
QUÉTELET, directeur de l'Observatoire de Bruxelles, secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Belgique.
SECCHI (le P. A.), directeur de l'Observatoire du collége Romain, à Rome.
VOLPICELLI (Paolo), secrétaire perpétuel de l'Académie pontificale des *Nuovi Lincei*, à Rome.
WOLF, directeur de l'Observatoire de Berne.
ZANTEDESCHI (l'abbé Francesco), professeur de physique à l'Université de Padoue.

Digitized by Google

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

Agriculture.

Pages.

Sur la machine agricole de M. l'abbé Lelandais, rapport de M. PAYERNE. 280

Voir en outre l'article Économie rurale.

Astronomie.

Mémoire sur un bolide observé dans le département de la Manche, le 18 novembre 1851, par M. Emm. LIAIS. 76— 81

Méthode expérimentale propre à déterminer le mouvement absolu de translation du soleil, par M. L. L. FLEURY. 187—332

Possibilité d'employer la photographie instantanée, pour déterminer la durée de l'occultation des étoiles, par M. L. L. FLEURY. 353

Digitized by Google

Remarque sur la constitution des étoiles changeantes, par M. Emm. Liais. 360

Botanique.

Discours sur l'étude de la botanique, prononcé par M. A. Le Jolis, dans la séance publique du 29 octobre 1852. 77
Note sur la fécondation des Fucacées, par M. G. Thuret. 161—285
Plantes recueillies aux environs de Cherbourg, par M. Bertrand-Lachênée. 184—189—281—354
Observations sur le *Lunularia vulgaris*, par M. A. Le Jolis. 191
Observations sur les *Ulex* des environs de Cherbourg, par M. A. Le Jolis. 263—354
Observations sur les diverses formes du *Laminaria digitata*, qui croissent sur les côtes de Cherbourg, par M. A. Le Jolis. 283
De la nature de l'Ergot des Graminées, par M. Ed. Bornet. 337—361
Sur la fructification du *Desmarestia viridis*, par M. G. Thuret. 343
Plantes recueillies aux environs de Cherbourg, par M. A. Le Jolis. 350—354
Remarque sur la végétation des falaises de Gréville, par M. A. Le Jolis. 354
Sur un *Erythræa* trouvé par M. Besnou. 360
Voir en outre l'article Tératologie végétale.

Chimie.

De l'état de l'iode dans l'atmosphère et de la

Digitized by Google

possibilité de la formation de l'iodure d'azote dans les orages, par M. Besnou. 103—180
Note sur les sulfocyanures alcalins et ferriques, par M. Besnou. 127—180
Analyse des eaux de la ville de Cherbourg, par M. Besnou. 181
De l'emploi du microscope dans les analyses chimiques, par M. Besnou. 183—345
Analyse de la chaux hydraulique de Doué, près Nantes, par M. Besnou. 184
De l'action de l'eau de mer sur les chaux et mortiers, par M. Besnou. 188
Note sur des analyses des ciments de Portland, Boulogne, Parker brun, et Parker jaune, par M. Jouvin. 189

Chimie organique.

Considérations sur le vin et l'alcool, au point de vue chimique et médical, par M. Delioux de Savignac. 77
De la sophistication des farines, par M. Besnou. 108—182
Dosage du gluten des farines à l'état humide et sec, par M. Besnou. 125—185
Analyse d'un guano du Pérou, par M. Besnou. 361

Economie rurale.

Sur la maladie des pommes de terre, par M. Besnou. 355
Note de M. Emm. Liais, à l'occasion de cette communication. 355

Digitized by Google

Électricité.

Lois des courants greffés, par M. Th. du Moncel. 76
Modifications à la pile de Bunsen, par MM. Emm. Liais et L. L. Fleury. 182
Substitution de la fonte de fer au zinc amalgamé dans la pile de Bunsen, par MM. Emm. Liais et L. L. Fleury. 284
Substitution du fer en éponge au zinc de la pile, par M. Th. du Moncel. 285
Substitution du peroxide de manganèse et de l'acide sulfurique concentré, au charbon et à l'acide nitrique de la pile de Bunsen, par M. Payerne. 347

Électricité appliquée.

Voyez Physique appliquée.

Électro-Chimie

Rôle de l'électricité dans la nitrification, par M. J. David. 183

Électro-Magnétisme.

Note sur les effets qu'exercent les courants de différentes tensions et de sens différents sur les corps magnétiqnes, par M. Th. du Moncel. 121—281
Expériences sur les réactions magnétiques des courants suivant la nature de la pile et la composition du circuit, par M. Th. du Moncel. 168—281

Digitized by Google

Expériences sur la force aspirante et la force portante des électro-aimants, par M. TH. DU MONCEL. 187
Commutateur disposé de manière à empêcher les courants d'induction de traverser la pile, par M. TH. DU MONCEL. 189
Commutateur disposé dans le même but, et dans lequel l'effet utile de la pile est continu, par M. EMM. LIAIS. 189
Sur la puissance magnétique de la pile, par M. EMM. LIAIS. 190
Expériences sur l'influence des dimensions des armatures des électro-aimants sur les poids supportés, par M. EMM. LIAIS. 283
Commutateur pour un appareil d'induction destiné à charger un condensateur, par M. TH. DU MONCEL. 284
Nullité de l'aimantation du fer rouge dans une spirale, expériences de M. TH. DU MONCEL. 347
Remarque de M. FLEURY, à l'occasion de cette communication. 348

Géologie.

Sur un schiste argileux traçant, provenant de Vasteville, par M. J. DAVID. 73
Notice géognostique sur Tollevast, par M. BERTRAND-LACHÈNÉE. 75
Quelques notes géologiques et minéralogiques sur la commune de Vasteville-Hague, par M. J. LESDOS. 347

Digitized by Google

Hydraulique.

Sur la construction de digues contre les envahissements des torrents, par M. DE MONTROND. 186

Hydrodynamique.

Forme de la veine liquide dans un tube à étranglement, par M. Th. DU MONCEL. 187

Hygiène.

De la sophistication des farines, par M. BESNOU. 108—182
Analyse des eaux de la ville de Cherbourg, par M. BESNOU. 181

Magnétisme.

Magnétisme statique et magnétisme dynamique, par M. Th. DU MONCEL. 1— 74
Considérations sur la manière dont il convient d'envisager les effets statiques et dynamiques des aimants, par M. Th. DU MONCEL. 152—285
Phénomène observé sur un aimant persistant, par M. L. FLEURY. 351

Médecine.

Considérations sur le vin et l'alcool, considérés au point de vue chimique et médical, par M. DELIOUX DE SAVIGNAC. 77
Parallèle entre Broussais et Laënnec, lu par M.

Digitized by Google

MASSIEU à la séance publique du 29 octobre 1852. 80
Des propriétés fébrifuges et antipériodiques du chloroforme, par M. DELIOUX DE SAVIGNAC. 129—285
Influence de l'air comprimé sur l'homme, sous quelques points de vue inétudiés, par M. PAYERNE. 145—284
De l'emploi des fumigations éthérées contre certaines formes de paracousie et contre l'otalgie, par M. DELIOUX DE SAVIGNAC. 349
Sur les maladies périodiques, par M. DELIOUX DE SAVIGNAC. 358

Météorologie.

De l'état de l'iode dans l'atmosphère et de la possibilité de la formation de l'iodure d'azote dans les orages, par M. BESNOU. 103—180
Sur les enregistreurs météorologiques, par M. TH. DU MONCEL. 193—283
Perfectionnements à son anémographe électrique, par M. TH. DU MONCEL. 281
Moyen de faire enregistrer le calme aux anémomètres électriques, par M. EMM. LIAIS. 282
Influence de la lune sur la pluie, note de M. EMM. LIAIS. 286
Observation d'un bolide le 22 juillet 1853, par M. EMM. LIAIS. 351
Description d'un nouveau cyanomètre, par M. EMM. LIAIS. 352
Considérations sur l'aurore polaire, par M. EMM. LIAIS. 356

Voir, en outre, l'article Physique terrestre.

Digitized by Google

Minéralogie.

Sur un minéral regardé d'abord comme une strontianite, par M. J. David. 73—182
Nature et analyse de ce minéral, par M. Besnou. 182
Quelques notes géologiques et minéralogiques sur la commune de Vasteville-Hague, par M. J. Lesdos. 347

Navigation sous-marine.

Difficultés de la navigation sous-marine: mémoire de M. Payerne. 79—97

Optique.

Analogie entre l'accord des couleurs et l'harmonie musicale, note de M. Emm. Liais. 78
Sur les sources de lumière et les causes de non-interférence, par M. Emm. Liais. 175—186
Relations entre la vitesse de la lumière et le mouvement absolu de translation du système solaire, par M. L. Fleury. 187—332
Description d'un nouveau cyanomètre, par M. Emm. Liais. 352

Paléontologie.

Empreinte de Trilobite trouvée dans la montagne du Roule, par M. Emm. Liais. 73

Digitized by Google

Perspective.

Sur la perspective apparente, par M. Th. du Moncel. 350

Pharmacologie.

Formules de médicaments à base de chloroforme, par M. Delioux de Savignac. 143
Considérations pharmacologiques sur le chloroforme, par M. Besnou. 322—348

Physiologie.

Influence de l'air comprimé sur l'homme, sous quelques points de vue inétudiés, par M. Payerne. 145—284

Physique appliquée.

Sur plusieurs nouveaux appareils de M. Th. du Moncel. 74
Sur un nouveau compteur d'horloge électrique, par M. Th. du Moncel. 76
Description d'un nouvel appareil de sonnerie électrique, par M. Th. du Moncel. 184
Description d'un nouveau moteur électro-magnétique à mouvement de rotation direct, par M. Th. du Moncel. 184
Moyen de doubler la puissance des moteurs électro-magnétiques à mouvement de rotation direct, par M. Emm. Liais. 184
Sur l'emploi de la lumière électrique, et descrip-

Digitized by Google

tion de nouveaux régulateurs, par M. Emm. Liais. 185
Description de la machine Ericsson, et objections à l'emploi de cette machine, par M. Mangin. 190
Sur la machine à air de M. Lobereau, par M. Payerne. 190
Nouveau système de moteur à air chaud, par M. Emm. Liais. 191
Sur les enregistreurs électriques, par M. Th. du Moncel. 193—283
Sur les chronoscopes et les chronographes électriques, par M. Th. du Moncel. 222—283
Sur les moniteurs électriques, par M. Th. du Moncel. 237—347
Application de l'électricité aux instruments de musique, par M. Th. du Moncel. 243—348
Perfectionnements à son anémographe électrique, par M. Th. du Moncel. 281
Moyen de faire enregistrer le calme aux anémomètres électriques, par M. Emm. Liais. 282
Description d'un nouveau loch électrique, par M. Th. du Moncel. 343
De la régularisation de la lumière électrique, par M. Th. du Moncel. 308—346
Sur les électro-moteurs, par M. Th. du Moncel. 289—348
Sur l'horlogerie électrique, par M. Th. du Moncel. 358
Perfectionnement à son horloge électrique, par M. Emm. Liais. 358

Physique terrestre.

Recherches sur la température de l'Espace planétaire, par M. Emm. Liais. 248—281

Digitized by Google

Loi de la tension de la vapeur d'eau dans l'atmosphère suivant la latitude, par M. Emm. Liais. 285
Loi de la variation de la pression moyenne du baromètre au niveau de la mer suivant la latitude, par M. Emm. Liais. 344
Considérations sur l'aurore polaire, par M. Emm. Liais. 356

Pisciculture.

Sur la multiplication et la fécondation artificielle des poissons de mer sur les côtes de la Manche, par M. Sivard de Beaulieu. 188

Tératologie végétale.

Phénomène observé sur un *Rosier Capucine*, par M. A. Le Jolis. 73
Cas de tératologie observé sur un *Valerianella carinata*, par M. A. Le Jolis. 188
Disjonction des éléments pétaloïdes du *Digitalis purpurea*, observée par M. A. Le Jolis. 349
Observations sur un *Taraxacum dens leonis*, par M. Bertrand-Lachênée. 361

Zoologie.

Note sur la patrie primitive et l'origine du bœuf domestique, par M. N. Joly. 113—191

Digitized by Google

TABLE.

	Pages.
Arrêté ministériel autorisant la fondation de la Société.	v
Statuts de la Société.	vi
Discours d'ouverture prononcé dans la séance publique du 29 octobre 1852, par M. Th. Du Moncel, président de la Société.	xii
Magnétisme statique et Magnétisme dynamique, par M. Th. Du Moncel.	1
Analyse des travaux de la Société, rédigée par le Secrétaire.	73
Mémoire sur un bolide observé dans le département de la Manche le 18 novembre 1851, par M. Emm. Liais.	81
Navigation sous-marine, — ses difficultés, — par M. Payerne.	97
De l'état de l'iode dans l'atmosphère, et de la possibilité de la formation de l'iodure d'azote dans les orages, par M. Besnou.	103
De la sophistication des farines, par M. Besnou.	108
Note sur la patrie primitive et l'origine du bœuf domestique (*Bos Taurus*, Linné), par M. N. Joly.	113
Note sur les effets qu'exercent les courants de différentes tensions et de sens différents sur les corps magnétiques, par M. Th. Du Moncel.	121

Digitized by Google

Dosage du gluten des farines à l'état humide et sec, par M. Besnou. 125
Note sur les sulfocyanures alcalins et ferriques, par M. Besnou. 127
Des propriétés fébrifuges et antipériodiques du chloroforme, par M. Delioux de Savignac. 129
Influence de l'air comprimé sur l'homme sous quelques points de vue inétudiés, par M. Payerne. 145
Considérations sur la manière dont il convient d'envisager les effets statiques et dynamiques des aimants, par M. Th. Du Moncel. 152
Note sur la fécondation des Fucacées, par M. G. Thuret. 161
Expériences sur les réactions magnétiques des courants suivant la nature de la pile et la composition du circuit, par M. Th. Du Moncel. 168
Sur les sources de lumière et les causes de non-interférence, par M. Emm. Liais. 175
Analyse des travaux de la Société, rédigée par le Secrétaire. 180
Sur les enregistreurs électriques, par M. Th. Du Moncel. 193
Sur les chronoscopes et les chronographes électriques, par M. Th. Du Moncel. 222
Sur les moniteurs électriques, par M. Th. Du Moncel. 237
Application de l'électricité aux instruments de musique, par M. Th. Du Moncel. 243
Recherches sur la température de l'Espace planétaire, par M. Emm. Liais. 248
Observations sur les *Ulex* des environs de Cherbourg, par M. A. Le Jolis. 263
Analyse des travaux de la Société, rédigée par le Secrétaire. 280
Expériences sur les électro-moteurs, par M. Th. Du Moncel. 289

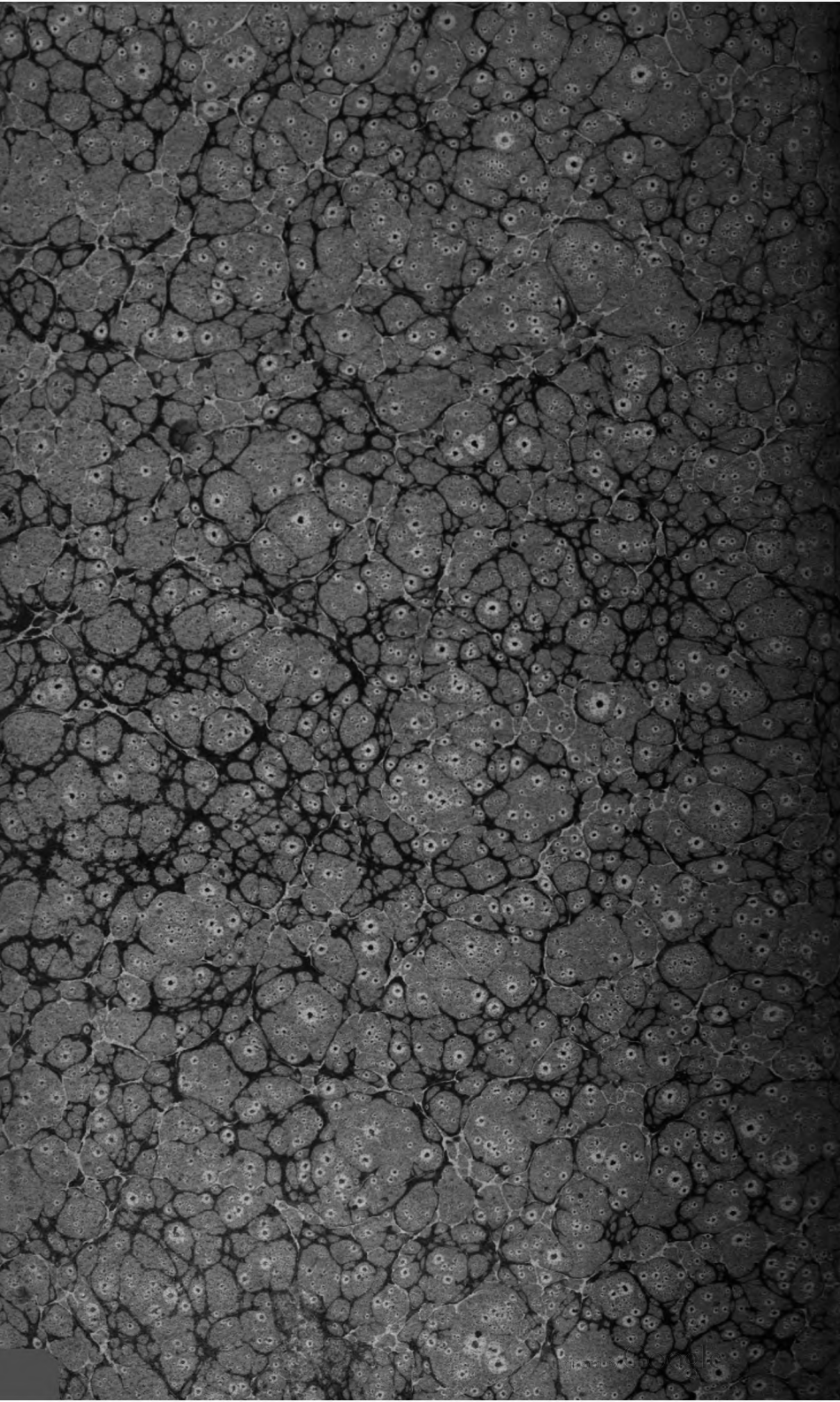
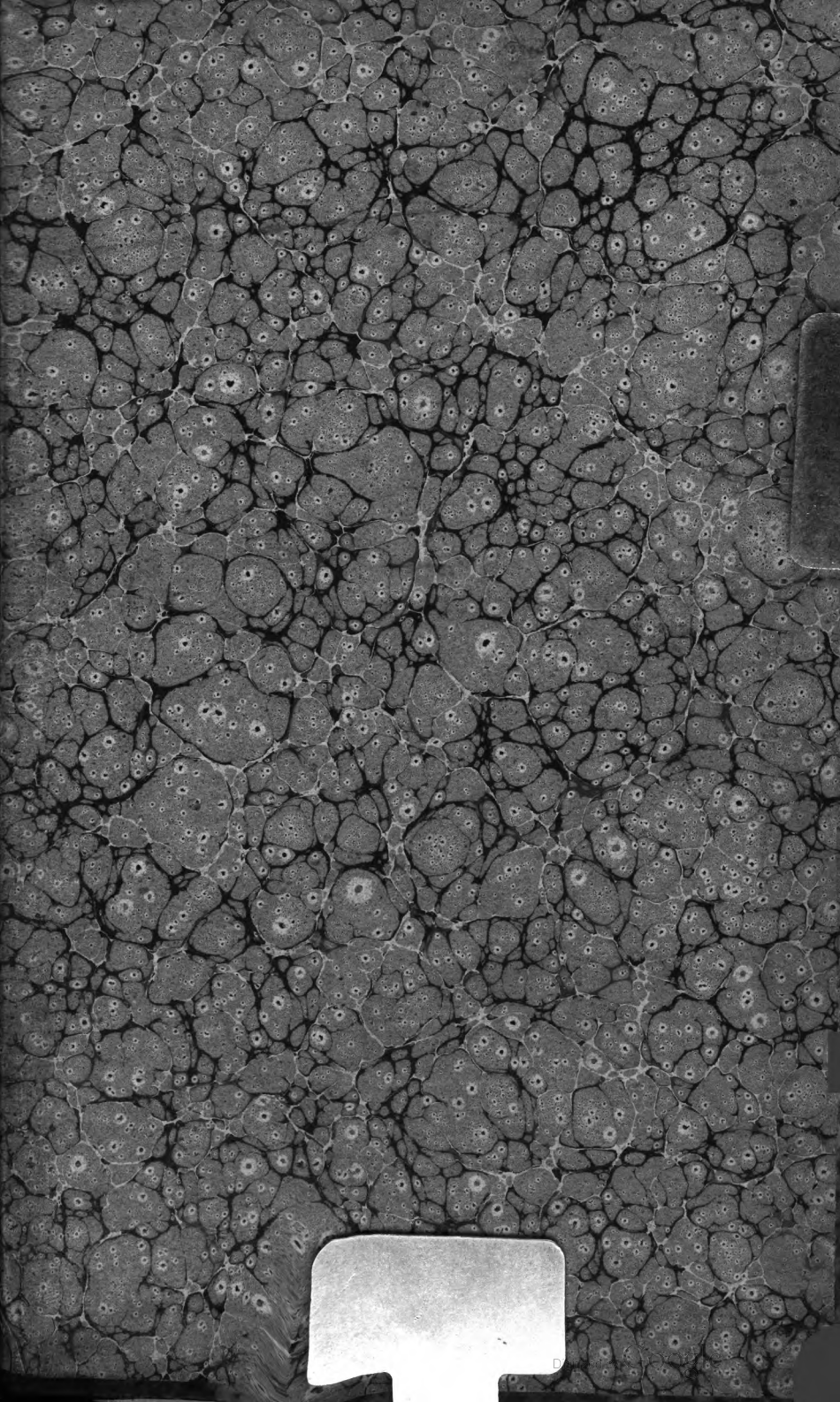
Digitized by Google

De la régularisation de la lumière électrique, par M. Th. Du Moncel. 308
Considérations pharmacologiques sur le chloroforme, par M. Besnou. 322
Méthode expérimentale propre à déterminer le mouvement absolu de translation du soleil, par M. L. Fleury. 332
De la nature de l'Ergot des Graminées, par M. Ed. Bornet. 337
Analyse des travaux de la Société, rédigée par le Secrétaire. 343
Cours publics. 363
Bulletin bibliographique. 364
Liste des membres de la Société. 377
Table analytique des matières. 387
Table. 398

FIN.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google